This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

## SIEBENUNDNEUNZIGSTER BAND.

WIEN, 1889.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

## AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XCVII. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1888. — HEFT I BIS X.

*(Mit 14 Tafeln und 1 Textfigur.)*

WIEN, 1889.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

# INHALT.


Seite

**I. Sitzung** vom 5. Jänner 1888: Übersicht . . . . . 3
**II. Sitzung** vom 12. Jänner 1888: Übersicht . . . . . 16
**III. Sitzung** vom 19. Jänner 1888: Übersicht . . . . . 17
**IV. Sitzung** vom 3. Februar 1888: Übersicht . . . . . 21
**V. Sitzung** vom 9. Februar 1888: Übersicht . . . . . 44
**VI. Sitzung** vom 1. März 1888: Übersicht . . . . . 47
**VII. Sitzung** vom 8. März 1888: Übersicht . . . . . 83
**VIII. Sitzung** vom 15. März 1888: Übersicht . . . . . 124
**IX. Sitzung** vom 12. April 1888: Übersicht . . . . . 129
**X. Sitzung** vom 19. April 1888: Übersicht . . . . . 132
**XI. Sitzung** vom 3. Mai 1888: Übersicht . . . . . 137
**XII. Sitzung** vom 11. Mai 1888: Übersicht . . . . . 139
**XIII. Sitzung** vom 17. Mai 1888: Übersicht . . . . . 140
**XIV. Sitzung** vom 7. Juni 1888: Übersicht . . . . . 143
**XV. Sitzung** vom 14. Juni 1888: Übersicht . . . . . 161
**XVI. Sitzung** vom 21. Juni 1888: Übersicht . . . . . 183
**XVII. Sitzung** vom 5. Juli 1888: Übersicht . . . . . 187
**XVIII. Sitzung** vom 12. Juli 1888: Übersicht . . . . . 190
**XIX. Sitzung** vom 19. Juli 1888: Übersicht . . . . . 191
**XX. Sitzung** vom 11. October 1888: Übersicht . . . . . 225
**XXI. Sitzung** vom 18. October 1888: Übersicht . . . . . 229
**XXII. Sitzung** vom 25. October 1888: Übersicht . . . . . 231
**XXIII. Sitzung** vom 8. November 1888: Übersicht . . . . . 235
**XXIV. Sitzung** vom 16. November 1888: Übersicht . . . . . 237
**XXV. Sitzung** vom 22. November 1888: Übersicht . . . . . 238
**XXVI. Sitzung** vom 6. December 1888: Übersicht . . . . . 241
**XXVII. Sitzung** vom 13. December 1888: Übersicht . . . . . 243
**XXVIII. Sitzung** vom 20. December 1888: Übersicht . . . . . 245

*Adamkiewicz*, Über die Nervenkörperchen des Menschen. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 90 kr. = 1 RMk. 80 Pfg.] . . . . . 24

*Biedermann*, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XXI. Mittheilung. Über die Innervation der Krebsscheere. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 20 kr. = 2 RMk. 40 Pfg.] . . . . . 49

Seite

*Biedermann,* Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XXII. Mittheilung. Über die Einwirkung des Äthers auf einige elektromotorische Erscheinungen an Muskeln und Nerven. [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.] . . . 84

— Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XXIII. Mittheilung. Über secundäre Erregung vom Muskel zum Muskel. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.] . . . 145

*Brücke,* Über das Verhalten des Congorothes gegen einige Säuren und Salze. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] . . . . . 5

*Ebner,* Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.] . . . . . 194

*Knoll,* Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation. IX. Mittheilung. (Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 90 kr. = 1 RMk. 80 Pfg.] . . . . . 163

— Der Blutdruck in der *Arteria pulmonalis* bei Kaninchen und seine respiratorischen Schwankungen. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 60 kr. = 1 RMk. 20 Pfg.] . . . . . 207

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**XCVII. Band. I. Heft.**

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

TON MEDICA
JUN13 1919
LIBRARY

CATALOGUED
JUN 13 1919
M.E.C.

# I. SITZUNG VOM 5. JÄNNER 1888.

Der Secretär legt eingelangte Dankschreiben für bewilligte Subventionen vor, und zwar:

1. von Herrn Dr. V. Hilber in Graz zur Untersuchung der behaupteten Senkung der österreichischen Küstenländer, — und
2. von Herrn Dr. J. M. Pernter in Wien zur Ausführung von physikalisch-meteorologischen Untersuchungen auf der Höhe des „Sonnblick".

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. Constantin Freih. v. Ettingshausen übersendet eine von ihm und Herrn Prof. Dr. Franz Standfest in Graz verfasste Abhandlung: „Über *Myrica lignitum* Ung. und ihre Beziehungen zu den lebenden Myrica-Arten".

Das c. M. Herr Prof. V. v. Ebner in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über das optisch anomale Verhalten des Kirschgummis und des Traganthes gegen Spannungen".

Das w. M. Herr Prof. L. v. Barth übersendet eine von Herrn Dr. Guido Goldschmiedt im I. k. k. Universitätslaboratorium in Wien ausgeführte Arbeit: „Über das vermeintliche optische Drehungsvermögen des Papaverins".

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung von Herrn Johann L. Schuster in Wien: „Über jene Gebilde, welche geschlossenen, aus drei tordirten Streifen hergestellten Flächen durch gewisse Schnitte entspringen".

Das c. M. Herr Prof. Rich. Maly übersendet eine im Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. Robert Leipen: „Über einige Verbindungen der Äthylidenmilchsäure".

Herr Prof. Dr. A. Wassmuth in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über eine einfache Vorrichtung zur Bestimmung der Temperaturänderungen beim Ausdehnen und Zusammenziehen von Metalldrähten."

Herr Prof. Max Rosenfeld an der k. k. Ober-Realschule in Teschen übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Pyrogallussäure als Reagens auf Salpetersäure und salpetrige Säure".

Das w. M. Herr Hofrath Prof. E. Ritter v. Brücke überreicht eine Abhandlung: „Über das Verhalten des Congorothes gegen einige Säuren und Salze".

Das w. M. Herr Director J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Resultate des ersten Jahrganges meteorologischer Beobachtungen auf dem Sonnblick (3095 *m*)".

Herr Dr. B. Igel, Docent an der k. k. technischen Hochschule in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über einige algebraische Reciprocitäts-Sätze".

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Voyage of H. M. S. Challenger 1873—1876. Report of the scientific results. Zoology — Vol. XX; Vol. XXI in two Parts, with a Volume of Plates; Vol. XXII. London, 1887; 4°.

# Über das Verhalten des Congorothes gegen einige Säuren und Salze

von

**Ernst Brücke,**
w. M. k. Akad.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche sind ausschliesslich in der Absicht unternommen worden, die Anwendbarkeit des für Säuren so sehr empfindlichen Congorothes bei wissenschaftlichen Untersuchungen näher kennen zu lernen. Bei ihrer Beschreibung werde ich mehrmals zurückweisen müssen auf die, auch über andere säureempfindliche Farbstoffe ausgedehnte Arbeit von Ludwig Storch über Verwendung der Tetrazofarbstoffe des Diphenyls und des Stilbens in der Massanalyse (Berichte der österreichischen Gesellschaft zur Förderung der chemischen Industrie, Mai 1887, S. 95).

Ich hätte dieselbe schon am 17. November in meinem Aufsatze über das Congoroth als Index erwähnen sollen, aber ich habe sie erst am 28. December gelesen, nachdem ich von befreundeter Seite auf diese Publication aufmerksam gemacht worden war.

Wie bekannt färben Säuren das Congoroth blau; es gibt aber davon gewisse Ausnahmen, Koh'ensäure färbt es, wie ich in diesen Berichten vom 3. März 1887 gezeigt habe, bei gewöhnlichem atmosphärischem Druck purpurviolett, aber nicht blau. Auch Borsäurelösung färbt es violett. Wenn man Congoroth mit überschüssiger Borsäure kocht und erkalten lässt, so ist die wieder herauskrystallisirte Borsäure lichtblau, aber die darüber stehende Flüssigkeit violett. Storch fand Borsäure ohne Einwirkung auf Benzopurpurin B, aber ich glaube nicht, dass in meinem Falle die Wirkung auf einer Verunreinigung beruhte, da

gerade die sich beim Erkalten ausscheidenden Borsäurekrystalle blau gefärbt waren. Vom Verhalten der Harnsäure habe ich schon am oben citirten Orte gesprochen. Salicylsäure macht blau, aber zwei verschiedene Proben verhielten sich verschieden. Während das Blau der einen Probe ganz rein war, hatte das der anderen einen schwachen Stich zum Violett.

Arsenichte Säure schien gänzlich unwirksam zu sein, wenigstens die krystallinische, welche ich allein untersuchte. Auch die warm bereitete und wieder erkaltete Lösung gab keinerlei Reaction. Als aber eine kleine Menge wässeriger Congorothlösung 24 Stunden lang über einer grösseren Menge von pulverförmiger arsenichter Säure gestanden hatte, war sie schmutzig purpurfarben und die oberflächliche Schicht der Säure hatte sich blau gefärbt. Es scheint, dass dies nicht von einer Verunreinigung herrührte, die von vorneherein in der Säure enthalten war, denn diese hätte bei der früheren Untersuchung ihre Wirkung auch ausüben müssen.

Als die Flüssigkeit abgegossen war und durch Wasser ersetzt, so reagirte auch dieses nach 24 Stunden ebenso auf Congoroth, und dasselbe war nach abermaligem Abgiessen nach 24 Stunden mit Wasser der Fall, das wieder aufgegossen war.

Da Arsensäure auf Congoroth einwirkt, so kann es sein, dass sich solche in Mengen gebildet hat, die anderen Untersuchungsmitteln unzugänglich sein würden.

Der durch eine Säure entstehende blaue Farbstoff ist in der sauren Flüssigkeit ganz unlöslich, obgleich er oft anscheinend in derselben gelöst ist. In der Regel erfolgt nämlich die Ausscheidung in so kleinen Partikelchen, dass es sehr lange dauert, ehe sie sich absetzen, da sie überdies kein hohes, specifisches Gewicht haben.

Oft glaubt man eine homogene Lösung vor sich zu haben, wenn man aber dann durch ein doppeltes Filtrum von dichtem Papier filtrirt, so bildet sich auf demselben ein blauer Belag und die Flüssigkeit geht weniger gefärbt durch als sie aufgegossen war, ja bisweilen sind die letzten Tropfen farblos.

Wenn das Blau sich einmal abgesetzt hat, so ist die darüberstehende Flüssigkeit farblos. Bisweilen erfolgt kein Absetzen, die Flüssigkeit bleibt Tage lang wie sie war, aber ich glaube nicht,

dass man dadurch berechtigt ist, hier den Farbstoff für wirklich gelöst zu halten.

Wenn man einer wässerigen Congorothlösung soviel von einer Säure zusetzt, dass sie violett wird und sie dann erwärmt, so tritt bei etwa 50° C. eine Farbenveränderung ein, die Lösung wird purpurfarben und endlich bei 60° C. oder bei einer höheren Temperatur roth. Beim Erkalten nimmt sie ihre frühere violette Farbe wieder an.

Dieser Versuch gelingt nicht nur mit schwächeren Säuren, sondern selbst mit Schwefelsäure. Er scheint auf Dissociation zu beruhen, denn wenn man einen Überschuss von Säure hinzugibt und die nun blaue Flüssigkeit erwärmt, so verfärbt sie sich nicht. Eine Ausnahme macht die Borsäure. Ich hatte in mit Congoroth gefärbtem Wasser durch Kochen mehr Borsäure aufgelöst, als in der Kälte löslich ist. Die Flüssigkeit war, so lange sie heiss war, roth, nachdem sie aber erkaltet war, wobei sich Borsäure ausgeschieden hatte, violett.

Angestellt wurden die Versuche mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Milchsäure und Salicylsäure. Die auffallendste Farbenveränderung pflegte zwischen 50° und 70° C. aufzutreten. Genauer liessen sich die Temperaturen für die einzelnen Säuren nicht feststellen, theils weil der Wechsel allmälig erfolgte, theils weil die Temperatur, bei welcher er eintrat, nicht nur abhing von der Natur der Säure, sondern auch von der Menge, in der dieselbe zugesetzt war.

Wenn ich sage, dass ich die Erscheinung für eine Dissociationserscheinung halte, so gebrauche ich diesen Ausdruck im weitesten Sinne. Ich habe im Jahre 1877 in meinen Beiträgen zur chemischen Statik (diese Berichte, Bd. 75, Abth. II, S. 507 ff.) Beispiele angeführt davon, dass die Vertheilung einer Basis zwischen zwei verschiedenen Säuren, welche sie nicht gleichzeitig vollständig zu sättigen im Stande ist, sich mit der Temperatur ändert. Ein ähnlicher Vorgang liegt meiner Ansicht nach auch dem beschriebenen Farbenwechsel zum Grunde. Wer diese Vermuthung nicht theilt, muss ihn als sogenannten reinen Metachromatismus ansehen, das heisst als einen mit geändeter Temperatur aus unbekannten Ursachen eintretenden Farbenwechsel.

In einem Referate des chemischen Centralblattes von 1887, S. 578, über eine Arbeit von K. T. Thomson (Journ. Soc. Chem. Ind. VI, 195—199, März 1887, Glasgow. Sect.) heisst es: „Von grossem Einflusse zeigen sich die völlige chemische Reinheit der Indicatoren, sowie die Temperaturen der Lösungen, welche den Grad der Alkalität wesentlich verändern können. Auch Säuren und gewisse Salze zeigen gegen gewisse Indicatoren und wechselnde Temperaturen ein variables Verhalten, erstere z. B. verschiedene Basicität."

Wenn man einer reinen wässerigen Congorothlösung soviel von einer Säure hinzufügt, dass sie eben blau wird, so wird sie durch Zusatz eines sauren, weinsauren oder essigsauren Salzes violett, flohfarben oder roth. Es bedarf dann einer weiteren, je nach der Menge des Salzes und nach der Natur desselben mehr oder weniger beträchtlichen Menge von Säure, um das Blau wieder herzustellen.

Auch stärkere Säuren werden hier durch Salze mit schwächeren Säuren beeinflusst, wenn sie in relativ geringer Menge zugegen sind, so die Chlorwasserstoffsäure durch essigsaure und durch weinsaure Salze. Dies gilt selbst von der Schwefelsäure.

Es ist klar, dass auch alle neutralen Salze dieselbe Wirkung äussern müssen, insoferne sie in sauren Flüssigkeiten zur Bildung saurer Salze Veranlassung geben.

Dieser Umstand macht das Congoroth nicht nur für die organische, sondern auch für die anorganische Chemie zur Massanalyse im Allgemeinen unbrauchbar. Wenn man eine alkalische Flüssigkeit mit einer Säure titrirt und ihre durch Congoroth hervorgebrachte rein rothe Farbe anfängt in Purpur überzugehen, so weiss man freilich, dass sich jetzt ein saures Salz bildet oder Säure frei bleibt, und dass die Flüssigkeit dann auch gegen Lakmus sauer reagiren wird, denn nur Salze, welche Lakmus röthen, verändern das Congoroth. Die Flüssigkeit kann schon längst gegen Lakmus sauer reagiren, ohne dass eine deutliche Veränderung eingetreten ist, wenn sich nämlich eine Verbindung gebildet hat, die nicht violett, sondern roth oder flohfarben ist, wovon man sich dann nur durch Aussalzen mittelst schwefelsaurer Magnesia überzeugen kann.

Endlich kann man sich über die saure Beschaffenheit der Flüssigkeit auch dann täuschen, wenn es sich um ein saures Salz handelt, das zwar auf Lakmus, aber nicht auf Congoroth wirkt, oder wenn die Congoreaction durch hindernde Körper undeutlich wird.

Wenn man umgekehrt eine saure Flüssigkeit mit einem Alkali zu sättigen hat, so kann man aus demselben Grunde leicht dahin getäuscht werden, dass man für den beabsichtigten Zweck zu wenig Alkali hinzufügt.

Anderseits kommt dem Congoroth die ihm nachgerühmte Eigenschaft im Gegensatze von Lakmus nur freie Säure anzuzeigen keineswegs zu (vergleiche darüber L. Storch, l. c. und diese Berichte 17. November 1887), denn es kann durch saure Salze violett, wenn auch nicht blau werden. Hinwieder zeigt es freie Säure nur in salzfreien oder salzarmen (vergl. L. Storch l. c.) Flüssigkeiten mit der wünschenswerthen Präcision an, da in salzreichen Lösungen ein mehr oder weniger bedeutender Säureüberschuss dazu nöthig ist, die Flüssigkeit blau zu machen.

Dagegen kann eben wegen dieser Eigenschaften des Congorothes bei Untersuchungen auf dem Gebiete der chemischen Statik wesentlicher Nutzen von ihm erwartet werden.

Ferner kann es bei Gewichtsanalysen nützlich sein, indem es dazu dienen kann, die Actionsfähigkeit der freien Säure in der Flüssigkeit zu erkennen. Man soll z. B. Kalkoxalat vom Tricalciumphosphat trennen. Dann muss in der Flüssigkeit so viel Essigsäure sein, dass alles Calciumphosphat in Lösung bleibt. Ein weiterer Überschuss von Essigsäure ist aber schädlich, weil es sich gezeigt hat, dass er die Löslichkeit des Calciumoxalats befördert. Das Congoroth gibt nun ein Mittel die hinreichende Menge der Essigsäure besser zu bemessen.

Die beginnende und fortschreitende Zerlegung des Congorothes lässt sich nach der Farbe der mit Congoroth gefärbten Flüssigkeit beurtheilen, wenn man die Art beachtet, wie dieselbe gegen Blau fortschreitet. Wenn nur so viel Essigsäure zugegen ist, dass aller phosphorsaurer Kalk in Lösung erhalten wird, nicht mehr, so ist die Farbe flohbraun bis Purpur. Sie ist wegen des essigsauren Ka kes röther als die, welche das reine Monocalciumphosphat hervorruft. Wenn man aber dann noch weiter

Essigsäure hinzufügt, so wird sie violett und nähert sich bei vermehrtem Zusatze von Essigsäure mehr dem Blau.

Indessen ist auch diese Art der Anwendung des Congorothes dadurch beschränkt, dass grössere Mengen von Salzen, auch wenn dieselben an sich neutral sind, die Reaction mehr oder weniger hindern, so dass der Fortschritt der Farbe gegen Blau, den ein bestimmter Säurezusatz bedingt, geringer ist, als er ohne die Salze gewesen sein würde.

Man könnte nun freilich denken, wenn eine Säure soweit gebunden ist, dass sie das Congoroth nicht zerlegt, so wird sie auch in Rücksicht auf die Auflösung von Niederschlägen unschädlich sein. Aber der Einfluss der Salze auf die Löslichkeit der Niederschläge ist nur theilweise erforscht und ihr Einfluss auf die Congorothreaction noch dunkel. Ja, wir werden später sehen, dass der letztere vielleicht gar kein rein chemischer, sondern zum Theile ein physikalischer ist.

Es ist hier der Ort der Versuche zu erwähnen, welche man mit dem Magensafte angestellt hat. Man wollte mittelst Congoroth Salzsäure, im Gegensatze zu organischen Säuren, nachweisen. Da befand man sich freilich auf einem Irrwege, aber die Prüfung des Secrets mit Congoroth ist darum nicht werthlos, denn man erfährt, ob in demselben überhaupt actionsfähige Säure vorhanden sei. Lakmus erfüllt denselben Zweck nicht, denn die sauerreagirenden Phosphate sind für sich allein, wie ich aus älteren Erfahrungen weiss, bei der Pepsinverdauung gänzlich unwirksam. Ein mit Congoroth erzieltes deutliches positives Resultat, ein Blau- oder Blauviolettwerden, lässt uns nicht in Zweifel, nur ein negatives könnte durch hindernde Substanzen verschuldet sein, welche vielleicht der Verdauung nicht abträglich sind.

Auch leistet das Congoroth dem arbeitenden Chemiker gute Dienste beim Probiren der Waschwässer, wenn er Niederschläge aus sauren Lösungen auswäscht, denn hier hat derselbe immer mit sehr verdünnten, also sehr empfindlichen Lösungen zu thun. Ebenso kann man natürlich alkalische Waschwässer mit vorsichtig gebläuter Congorothlösung prüfen.

Aus demselben Grunde eignet Congoroth sich auch kleine Mengen von aus Fetten an Wasser übergegangenen Säuremengen

nachzuweisen. Eine wässerige Congorothlösung mit ranzigem Öl geschüttelt, wird sofort blauviolett.

Wenn man in ein Reagirglas mit wässeriger Congorothlösung Buttersäure giesst, so dass sie etwa 1 *cm* hoch darüber steht und umschüttelt, so färbt sich zunächst die wässerige Lösung blauviolett wegen der Buttersäure, die sich darin auflöst; wenn man aber dann kocht, so zieht die Buttersäure alles Congoroth an sich und färbt sich damit blau, so dass nach dem Erkalten die gebläute Buttersäure über der farblosen Flüssigkeit steht.

Dagegen ist eine alkoholische Lösung von Congoroth ganz unempfindlich gegen eine alkoholische Lösung von Buttersäure. Man muss erst viel Wasser hinzufügen, um eine schöne Purpurfarbe hervorzurufen. Auch gegen eine alkoholische Lösung von Ölsäure ist eine alkoholische Lösung von Congoroth gänzlich unempfindlich. Selbst beträchtliche Mengen von Wasser, die man hinzufügt, ändern dies nicht, während wässerige Lakmustinctur, in alkoholische Ölsäurelösung gegossen, roth wird, und alkoholische Lakmustinctur durch Ölsäure ihre violette Farbe verliert. Wenn ich aber wässerige Congorothlösung mit Ölsäure schüttelte wurde sie violett. Bei der grossen Empfindlichkeit des Congorothes in salzfreien Lösungen will ich indessen die Verantwortung dafür, dass hier das wirksame Agens wirklich Ölsäure und keine andere Säure gewesen sei, nicht übernehmen. Weingeist ist überhaupt der Congoreaction abträglich. Hat man eine wässerige Congorothlösung durch sehr wenig ClH veilchenblau gemacht, so wird sie durch Zusatz von Alkohol wieder roth. Man kann sie dann durch Zusatz von etwas Säure wieder bläuen, dann durch Zusatz von Alkohol wieder roth machen u. s. w. Was ich hier über die Wirkung des Alkohols gesagt habe, ist nur eine Bestätigung dessen, was L. Storch gefunden hat. Über die weiteren Veränderungen, welche eintreten, sind seine Angaben nachzusehen.

Was nun die durch Salze hervorgerufenen Verbindungen anlangt, so sind sie in Rücksicht auf ihre Löslichkeit anscheinend sehr verschieden. Es verhält sich indessen hier, wie mit dem Blau, welches die Säuren geben. Oft glaubt man eine homogene Lösung vor sich zu haben, aber nach Tagen fängt sie an zu sedimentiren und lässt endlich den ganzen Farbstoff fallen.

Die Farben sind sehr verschieden, meistens aber violett. Sie können auch purpurviolett, flohbraun oder rothbraun sein, aber niemals blau. Unter den mir bekannten Farben ist die rötheste die von saurem essigsaurem Ammon hervorgebrachte.

Auch die essigsauren Salze der fixen Alkalien geben, wie schon L. Storch gefunden hat, röthliche Farben. Dagegen gibt Chlorammonium mit etwas Chlorwasserstoffsäure, welche Combination hier ähnlich wie ein saures Salz wirkt, eine mehr violette.

Beim Sedimentiren werden die Farben dunkler, manchmal schwärzlich.

Wenn man wenig schwefelsaures Ammoniak in mit Congoroth gefärbtem Wasser auflöst, so wird die Farbe stumpfer, an die Stelle des lebhaften Roth tritt ein mehr bräunliches. Fügt man nun sehr verdünnte Schwefelsäure hinzu, so geht die Farbe durch Flohbraun in Violett über und das letztere nähert sich umsomehr dem Blau, je mehr Schwefelsäure man hinzufügt.

Versetzt man Wasser mit Congoroth und etwas Ammoniak und lässt dann aus einer graduirten Burette verdünnte Schwefelsäure hinzufliessen, so reagirt die Flüssigkeit gegen Lakmuspapier schon sauer, wenn der Farbenwechsel des Congorothes anfängt deutlich zu werden. Von da ab drängt weiterer Zusatz von Säure die Farbe durch die verschiedenen Töne des Violett immer mehr zum Blau. Dies ist keineswegs erst der Fall, wenn man soviel Säure zugesetzt hat, dass ohne Rest saures schwefelsaures Ammon gebildet sein muss, sondern es geht von vorneherein und ganz allmälig vor sich.

Die Dinge gehen also augenscheinlich so vor sich, wie man sie erwarten müsste, wenn man annimmt, dass von der zugesetzten Schwefelsäure ein Theil zur Bildung von saurem Salze verwendet wird und ein anderer frei in der Flüssigkeit bleibt, und dass diese beiden Antheile sich den Einfluss auf das Congoroth streitig machen. Die Annahme, dass das Violett nur Farbe eines Gemenges aus gebläutem und unverändertem Congoroth sei, wird dadurch unwahrscheinlich, dass das Violett noch bei bedeutendem Säureüberschuss kenntlich ist und leicht unterscheidbar von dem reinen Blau, welches eine salzfreie, mittelst ein wenig Schwefelsäure gebläute Congorothlösung zeigt. Ich muss hier bemerken, dass diese blaue, lediglich durch Zusatz von

Schwefelsäure erzeugte Verbindung sich besonders leicht als Niederschlag ausscheidet, und zwar so, dass die Flüssigkeit sich völlig entfärbt. Je mehr schwefelsaures Ammon in der Flüssigkeit ist, umsomehr Schwefelsäure ist nöthig, um die Farbe in Blau überzuführen.

Eine concentrirte Lösung von Ammoniumsulfat macht eine Congorothlösung geradezu braun, und bei weiterem Eintragen von Ammoniumsulfat trübt sich letztere und scheidet unter Entfärbung der Flüssigkeit einen dunkelbraunen Niederschlag aus.

Ich will hier erwähnen, dass bei der Verfärbung, welche grössere Mengen von Salzen hervorbringen, die Möglichkeit einer physikalischen Einwirkung nicht ausgeschlossen ist. Wenn das schwer lösliche saure weinsaure Kali eine violette Farbe hervorruft, aber etwas Weinsäure in rein wässeriger Lösung eine blaue, so beruht dies sicher auf einem chemischem Unterschiede allein. Anders liegen die Dinge, wenn durch die Anwesenheit des Salzes der Brechungsindex der Flüssigkeit wesentlich erhöht und der Quellungs-, beziehungsweise Schrumpfungszustand der in der Flüssigkeit vertheilten farbigen Partikeln verändert wird. Congorothlösungen, die man mit wenig ClH gebläut hat, kann man mittelst Glycerin roth oder doch röther machen. Es ist mir dies selbst mit einem Glycerin gelungen, dem ich soviel ClH zugesetzt hatte, dass es Lakmus schwach röthete. In weniger schlagender Weise gelingt der Versuch mit in ähnlicher Weise angesäuerter Rohrzuckerlösung, aber auch hier ist ein Unterschied zu bemerken, wenn nur die hinreichende Zuckermenge in der Flüssigkeit angehäuft ist. Die Vergleichung muss natürlich erfolgen mit einer Portion derselben angesauerten Congorothlösung, welche man mit ammoniakfreiem Wasser bis zur gleich hellen Farbe verdünnt hat.

Natriumsulfat verändert die Farbe der Congorothlösung etwas gegen Orange hin, also im entgegengesetzten Sinne von der Säurewirkung. Es kommt dies auch bei anderen Salzen vor.[1] Es bringt auch, in Substanz eingetragen, keinerlei Trübung oder Ausscheidung hervor. Beim Titriren ist es in hohem Grade hinderlich. Man kann eine mit Schwefelsäure vorsichtig ge-

[1] Vergl. Ludw. Storch, l. c.

bläute Congorothlösung durch Natriumsulfat wieder roth machen, nur ist das Roth nicht so lebhaft, wie das des unveränderten Congoroth, sondern neigt mehr zu einem etwas bräunlichen Purpurroth.

Das leichtlösliche Monocalciumphosphat färbt Congoroth purpurviolett, purpur oder flohbraun, je nach der Art der Ausscheidung, welche hier nie ausbleibt.

Durch das Congoroth hat man Gelegenheit, sich das Zerfallen dieses Salzes in Bicalciumphosphat und freie Phosphorsäure in recht auffallender Weise zur Anschauung zu bringen. Ich hatte eine Lösung des Monophosphates eingedampft und zum Krystallisiren hingestellt. Als die Mutterlauge später abfiltrirt wurde, zeigte es sich, dass sie durch Congoroth rein blau gefärbt wurde. Dasselbe war auch mit dem Waschwasser der Fall. Es war also soviel freie Phosphorsäure darin, dass die Wirkung der geringen Menge des Salzes völlig verschwand.

Die Krystalle auf dem Filtrum erwiesen sich gegen unverändertes Congoroth völlig unwirksam. Wird dagegen Congoroth mittelst Phosphorsäure oder irgend einer anderen Säure eben blau gemacht und dann Bicalciumphosphat hineingeworfen, so bringt dieses die Farbe auf Violett, Purpur oder Flohbraun zurück. Dieselben Farben erhält man, wenn man ein wenig von diesem Salze in rein wässeriger Congorothlösung aufschwemmt und dann Säure hinzufügt. Congoroth in Binatriumphosphat, das ja auch gegen Lakmus alkalisch reagirt, bedarf einer beträchtlichen Menge von Säure, ehe es anfängt seine Farbe zu verändern. Dann wird es flohbraun, violett u. s. w. Ich hatte einer concentrirten Lösung des Salzes das vierfache Volum an Wasser hinzugefügt, dann versetzte ich die Flüssigkeit mit soviel Lakmustinctur, dass das Blau eben kenntlich war und fügte nun so viel verdünnte Phosphorsäure hinzu, dass das Blau in Purpur überging und färbte mit Congoroth. Ich konnte nun noch die gleiche Menge Phosphorsäure hinzufügen, ohne dass dessen Farbenveränderung deutlich wurde. Als ich aber das Anderthalbfache hinzugefügt hatte, war die Flüssigkeit sehr dunkel flohbraun.

L. Storch erwähnt bereits der Unsicherheit, welcher er beim Titriren der Phosphorsäure begegnete, wenn er Benzopurpurin B als Indicator anwendete.

Die Herstellung des endlichen Gleichgewichtes geht nicht immer prompt von Statten. Ich hatte einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron mit Congoroth gefärbt und dann soviel Phosphorsäure hinzugefügt, dass die Flüssigkeit tief violett wurde. Sie blieb eine Weile so, als ich sie aber kochte, wurde sie mehr purpurfarben und schied dann ein purpurfarbenes Sediment aus, welches allen Farbstoff enthielt, so dass die darüberstehende Flüssigkeit klar und farblos war.

Auch da, wo wir die Bildung saurer Salze nicht verfolgen können, treten ganz ähnliche Erscheinungen ein. Eine mittelst einer geringen Menge ClH (ich verwende dazu eine Säure, welche nur 1 *g* ClH im Liter enthält) gebläute Congorothlösung kann durch Chlornatrium, Chlorammonium oder Chlorcalcium violett, purpur oder rothbraun gefärbt werden.

Auch können ganz ähnliche Niederschläge entstehen, wie durch saure Salze, so gibt Chlorcalcium bei gleichzeitiger Anwesenheit von ClH einen violetten Niederschlag, der allen Farbstoff enthält und die Flüssigkeit wasserhell zurücklässt.

Ich habe diesen Niederschlag nicht näher untersucht, so wenig wie die übrigen. Es lag dies nicht im Plane meiner Untersuchung, und ich habe um so eher darauf verzichtet, als ich die Überzeugung gewann, dass für meinen derzeitigen Zweck das Congoroth nicht zu brauchen sei.

## II. SITZUNG VOM 12 JÄNNER 1888.

Das w. M. Herr Director E. Weiss dankt für die ihm von der Akademie gewährte Subvention zur Neuberechnung und Herausgabe der Bessel'schen Zonen zwischen —15° und +15° Declination.

Herr Dr. Jakob Singer in Prag dankt für die ihm bewilligte Subvention zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Bau und Verrichtung des Central-Nervensystems.

Die Direction des Communal-Obergymnasiums in Hohenmauth dankt für die Betheilung mit akademischen Schriften.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Mittheilung des Herrn G. Jaumann: „Entgegengekuppelte Fadenwagen zur absoluten Kraftmessung".

Herr P. C. Puschl, Stiftscapitular in Seitenstetten, übersendet eine Abhandlung: „Über das Verhalten der Gase zum Mariotte'schen Gesetze bei sehr hohen Temperaturen".

Herr Dr. Gottlieb Adler, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, übersendet eine Abhandlung: „Über die elektrischen Gleichgewichtsverhältnisse von Conductoren und die Arbeitsverhältnisse elektrischer Systeme überhaupt".

Das w. M. Herr Hofrath Director A. v. Kerner überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Studien über die Flora der Diluvialzeit in den Alpen".

Herr Dr. M. Kronfeld in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über vergrünte Blüthen von *Viola alba* Bess".

## III. SITZUNG VOM 19. JÄNNER 1888.

Der Secretär legt das erschienene II. Heft (Juli 1887) der II. Abtheilung (XCVI. Bd.) der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Prof. F. Exner in Wien dankt für die ihm gewährte Subvention behufs Vornahme von Untersuchungen über atmosphärische Elektricität auf Ceylon.

Das c. M. Herr Professor L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über ein Theorem von Herrn E. de Jonquières".

Das w. M. Herr Director J. Hann überreicht eine Abhandlung von Dr. F. M. Stapff in Weissensee (b. Berlin) unter dem Titel: „Bodentemperaturbeobachtungen im Hinterlande der Walfischbay".

Der Vice-Präsident Herr Hofrath Prof. J. Stefan überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über thermomagnetische Motoren".

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCVII. Band. II. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## IV. SITZUNG VOM 3. FEBRUAR 1888.

Der Secretär legt das erschienene Schlussheft des VIII. Bandes Nr. X (December 1887) der akademischen Monatshefte für Chemie vor.

Se. Excellenz der k. k. Ackerbauminister übermittelt ein Exemplar des auf seinen Befehl herausgegebenen Werkes: „Bilder von den Lagerstätten des Silber- und Bleibergbaues zu Přibram und des Braunkohlen-Bergbaues zu Brüx.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über Determinanten".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die Nervenkörperchen des Menschen", von Herrn Prof. Dr. A. Adamkiewicz an der k. k. Universität in Krakau.
2. „Eine dritte Formel für den Umfang der Ellipse", von Herrn E. Seewald, Director der k. k. deutschen Lehrerbildungsanstalt in Prag.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine von Prof. H. Weidel in Gemeinschaft mit M. Bamberger ausgeführte Untersuchung: „Studien über Reactionen des Chinolins" (II. Abhandlung).

Herr Prof. v. Barth überreicht ferner eine Abhandlung der Herren Prof. M. Nencki und N. Sieber in Bern: „Über das Hämatoporphyrin".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine Abhandlung von Dr. Ernst v. Bandrowski, Privatdocent an der k. k. Universität in Krakau: „Über Derivate des Chinonimids".

Herr Dr. Nicolaus v. Konkoly aus Ó Gyalla (Ungarn) überreicht folgende zwei Abhandlungen:

1. „Das Objectivprisma und die Nachweisbarkeit heller Punkte auf der Mondoberfläche".
2. „Über das Hydroxylamin als photographischer Entwickler".

Herr Dr. E. Grünfeld in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über die Integration eines Systems linearer Differentialgleichungen erster Ordnung mit einer unabhängig veränderlichen Grösse".

Ferner überreicht Herr Dr. Grünfeld eine Abhandlung: „Über Systeme von integrirenden Factoren und Integralgleichungen, welche zu einem Systeme linearer Differentialgleichungen erster Ordnung mit einer unabhängig veränderlichen Grösse gehören".

Herr Dr. Gustav Kohn, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Mittheilung: „Über die Berührungskegelschnitte und Doppeltangenten der allgemeinen Curve vierter Ordnung".

Herr Dr. J. v. Hepperger, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation".

Herr J. Liznar, Adjunct der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die tägliche und jährliche Periode der Inclination".

## Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Ackerbau-Ministerium, k. k. österr., Bilder von den Lagerstätten des Silber- und Bleibergbaues zu Přibram und des Braunkohlen-Bergbaues zu Brüx. Redig. von F. M. v. Friese. Mit 105 Gangbildern in $^1/_{20}$ Naturgrösse; 4° Atlas, hiezu: Profile und Pläne; gr. folio. Wien, 1887.

Australian Museum, Descriptive Catalogue of the Medusae of the Australian Seas. I. Scyphomedusae. II. Hydromedusae. By R. v. Lendenfeld. Sydney, 1887; 8°.

Deutsche Naturforscher und Arzte, Geschäftsführung der 60. Versammlung zu Wiesbaden: Tageblatt vom 18. bis 24. September 1887. Redig. von W. Fresenius und E. Pfeiffer; 4° Festschriften: 1. Schlangenbad, Wildbad und Waldluft-Curort, von Fr. Grossmann; 8° 2, Wiesbaden als Curort, von E. Pfeiffer; 8°. Wiesbaden 1887.

Gemeinderath der Stadt Wiesbaden, Festschrift, dargebracht den Mitgliedern und Theilnehmern der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Wiesbaden, 1887; 8°.

(Barrande:), Système silurien du centre de la Bohême. Ouvrage posthume de feu Joachim Barrande. I^ère partie: Recherches Paléontologiques, vol. VII. Classe des Echinodermes. Ordre des Cystidées. (Texte et 39 planches). Par W. Waagen. Prague, 1887. 4°.

# Über die Nervenkörperchen des Menschen

von

Prof. Dr. **Albert Adamkiewicz** in Krakau.

(Mit 3 Tafeln.)

1. In der Primitivscheide der doppeltcontourirten markhaltigen Nervenfasern des Menschen habe ich mit Hilfe meiner Safranintinction[1] Elemente[2] nachweisen können, welche alle Attribute der Zelle besitzen und welche, was Form und tinctorische Eigenschaften betrifft, vorher weder in menschlichen, noch in thierischen Geweben gesehen worden sind.

Diese Elemente stellen Halbmonde auf dem Querschnitt dar und sind spindelförmig auf dem Längsschnitt. Sie besitzen in der Mitte einen elliptischen, an den Enden abgestumpften, längsgestellten Kern. Sie sind wahrscheinlich von einer feinen Membran umschlossen, da jeder ihrer Pole in einen leicht geschlängelten Faden ausläuft. Ihre Achse fällt mit der Achse des Nerven zusammen, in dessen Markscheide sie sitzen. Gewöhnlich liegen sie dicht unter der Schwann'schen Scheide und wölben sie, ohne mit ihr zu verwachsen, ein wenig nach aussen hervor. Sie folgen in Distanzen von etwas weniger, als einem halben Millimeter längs des Nerven aufeinander, lassen sich vollkommen isoliren und sind im Mittel 30 $\mu$ lang, 15 $\mu$ breit und 5 $\mu$ dick, also ungefähr viermal so gross, als die rothen Blutkörperchen des Menschen. Sie sind selbständige, für sich bestehende Organe und bilden ebenso wenig, wie Ganglienzellen Gewebe.

Als selbständige Organe dürften sie einen besonderen Namen erhalten. Ich habe ihnen deshalb den der Nervenkörperchen gegeben.

---

1 Neue Rückenmarkstinctionen. Diese Berichte. Bd. 89, 1884.

2 Die Nervenkörperchen. Ibid. Bd. 91, 1885.

Das Safranin färbt die Nervenkörperchen in sehr eigenartiger Weise, die Pole tief orange, den Kern hell violett, den mittleren, dem Kern anliegenden Theil des Zellkörpers sehr schwach oder gar nicht.

Diese Reaction ist, soweit unsere heutige Kenntnis reicht, keinem anderen Gewebselement eigen.

Die Mastzellen beispielsweise, deren Protoplasma gleichfalls sich mit gewissen Anilinfarbstoffen zu imbibiren die Fähigkeit besitzt, haben gerade zum Safranin keine oder eine nur sehr geringe Affinität. Ihre Kerne aber nehmen den Farbstoff überhaupt nicht an.

Ich erwähne das, weil es Autoren[1] gibt, welche die Mastzellen, diese gemeinen Elemente des Bindegewebes, die der Frosch in der Nähe seiner Gefässe beherbergt, die bald strahlig, bald klumpig, kurz in allen möglichen Formen erscheinen, die etwa nur doppelt so gross sind als rothe Blutkörperchen, mit jenen specifischen Zellen der Nervenfaser identificirt haben, die, wie wir bald sehen werden, mit dem Bindegewebe nichts zu thun haben, dem Menschen ganz ausschliesslich eigen sind, und, wo sie sich zeigen, constant ein und dieselbe Form besitzen.

Damit die Nervenkörperchen zur Aufnahme des Safranin geeignet werden, müssen sie selbstverständlich einer Härtungsprocedur unterworfen werden. Die Müller'sche Lösung eignet sich hiefür am besten, weil die in ihr enthaltenden Chromsalze alle Elemente des Nervengewebes als eine ganz vortreffliche Beize zur Safranintinction vorbereiten. Wo man sich nur schnell über die Gegenwart der Nervenkörperchen informiren will, da genügt übrigens auch die Alkoholhärtung.

Nach der Härtung in Müller'scher Lösung, die, wie bekannt, die zartesten Gewebe conservirt und die feinsten Structuren

[1] Einer derselben, Herr Benda, hat, bevor er der Mastzellentheorie sich angeschlossen hat, in der physiolog. Gesellschaft zu Berlin (Verhandl. derselben 1886 Nr. 17 und 18) meine Nervenkörperchen für die Protoplasmen gewisser von Ranvier bereits beschriebenen Elemente (noyaux du ségment inbrannulaire) erklärt. Ich habe in Folge dessen einen meiner Pariser Freunde gebeten, Herrn Ranvier Präparate meiner Nervenkörperchen vorzulegen und unterm 6. März 1886 den Bericht erhalten, Herr Ranvier habe die Güte gehabt, die Präparate zu sehen: „Les corpuscules nerveaux ont fort intrigué Mr. Ranvier et il a declaré franchement n'avoir rien vu de pareil."

verschont, gewinnen die Nervenkörperchen, — ein ganz charakteristischer Unterschied gegen Mastzellen — ein so hervorragendes Attractionsvermögen zum Safranin, dass sie schneller, als alle anderen Elemente des Nerven sich mit demselben imprägniren und nun auch für das ungeübte Auge prägnant mit ihren charakteristischen Gestalten hervorspringen.

Herr Vignal,[1] der schon meine Ganglieninjectionen kühn negirt hat, hat auch an meinen Nervenkörperchen nichts weiter auszusetzen, als dass sie — nicht existiren.

Der ganze Fehler ihrer Scheinexistenz, meint Herr Vignal, werde durch die Härtungsprocedur in der Müller'schen Lösung hervorgerufen. Denn es sei ganz klar, dass das, was ich für Nervenkörperchen halte, nichts anderes als Gerinnungsproducte seien und dass man vom Bau des Nervengewebes nur dann richtige Vorstellungen gewinnen könne, wenn man es im „frischen" Zustande untersuche!

Ich hoffe, mein Gegner werde es bald selbst einsehen, dass sein kritischer Eifer ihn zu weit getragen habe. Wenn er alle unsere gegenwärtige Kenntnis vom Bau der nervösen Organe, weil sie auf Tinctionen und diese wiederum auf Härtungen beruhen, nicht gelten lassen und so frischweg mit einem Federstrich aus der Welt schaffen will, — wenn er ferner meine Nervenkörperchen, also veritable Zellen mit Kern und Protoplasma so zu sagen auf künstlichem Wege aus Myelin und Chromsäure entstehen lassen zu können glaubt; — dann darf er sich auch nicht beklagen, dass man seine Kritik nicht ernst nimmt.

Die wichtigste Frage, die der Nachweis neuer Elemente in den Markscheiden der Nerven anregte, war die nach ihrer Verbreitung.

In dieser Hinsicht war vor Allem zu entscheiden, ob die Nervenkörperchen physiologische oder pathologische Gebilde seien, — ob sie demnach zu physiologischen Thätigkeiten, oder zu pathologischen Zuständen der Nerven in nachweisbarer Beziehung ständen. Um das zu entscheiden, musste vor Allem festgestellt werden, ob die Nervenkörperchen ein regelmässiger,

[1] Comptes rend. de la société de biolog. Paris, 12. Mars 1886.

nie fehlender Bestandtheil der Nerven seien und dann ob sie ausschliesslich in diesen vorkämen.

2. Schon in meiner ersten Arbeit wies ich darauf hin, dass die peripherischen Nerven des Menschen die Nervenkörperchen nie vermissen lassen.

Um dieses Ergebniss vollkommen sicher zu stellen, liess ich es von meinem Assistenten, Herrn Dr. Momidlowski, noch einmal prüfen. Es wurden bei einer grossen Zahl von Leichen die peripherischen Nervenplexus und deren Äste auf Nervenkörperchen untersucht. Hierbei wurden folgende Resultate gewonnen. Alle peripherischen Nerven des erwachsenen Menschen enthalten Nervenkörperchen. Bei jugendlichen Individuen sind sie nicht vorhanden. Die Zeit um das zehnte Lebensjahr herum scheint ungefähr die Periode im Leben zu sein, in welcher die Nervenkörperchen aufzutreten beginnen. Die Zahl der Nervenkörperchen nimmt mit dem Alter nicht zu. In anderen Geweben als den Nerven liessen sich trotz gleicher Behandlung derselben weder bei Mensch noch Thier den Nervenkörperchen analoge oder auch nur ähnliche Gebilde finden.

3. Steht die Thatsache von der Existenz der Nervenkörperchen in den peripherischen Nerven des erwachsenen Menschen einmal fest, so haben wir nun als zweite Aufgabe festzustellen, welches die speciellen Elemente der peripherischen Nerven sind, in denen die Nervenkörperchen vorkommen. In dieser Hinsicht müssen wir uns zunächst darüber Sicherheit verschaffen, ob die Nervenkörperchen in der Neuroglia, oder in den Nervenfasern vorkommen. Darüber ist Folgendes zu bemerken. Die Nervenkörperchen liegen stets den Nervenfasern unmittelbar an und werden in ihrer ganzen Configuration durch deren Gestalt bestimmt. Allerdings macht es zuweilen den Eindruck, als ob sie an der Aussenseite der Nervenfäden lägen. Das ist indessen eine optische Täuschung, die durch unvorsichtige Behandlung der Präparate, zumal durch Druck und Quetschung der Nervenkörperchen, begünstigt wird.

Nie bilden Zellen, welche in den Interstitien des Bindegewebes liegen, wie z. B. die Mastzellen, reguläre Halbmonde. Eine solche Gestalt kann immer nur durch die Form entstehen, in welcher die Zelle gleichsam steckt. Für die Nervenkörperchen

stellt der Raum zwischen Schwann'scher Scheide und dem Nervenmark die Form dar, welche dem Nervenkörperchen die ihm eigenthümliche Gestalt gibt. Daher kommt es denn auch, dass, wie wir bald sehen werden, die Nervenkörperchen sich auch in ihrer Grösse genau nach dem Caliber der Nervenfasern richten. Läge das Nervenkörperchen ausserhalb der Nervenscheide, so wäre ein solcher Einfluss der Nervenfaserdicke auf die Grösse des Nervenkörperchens ganz unerklärlich. Vor allem beweisend für das Vorkommen der Nervenkörperchen innerhalb der Schwann-schen Scheide sind zwei Umstände. 1. Durch sorgfältiges Isoliren der Nerven kann man sich auf das sicherste von dem erwähnten Sitz der Nervenkörperchen überzeugen und 2. Nie und nimmermehr verirrt sich ein Nervenkörperchen in das Perineurium. Würde es in der Neuroglia erscheinen, so wäre es sicher auch im Perineurium zu finden.

Man darf allerdings nicht Alles, was sich orange im Nervenbündel färbt, für Nervenkörperchen halten. Orange sich färbende Klümpchen und Protoplasmamassen mit Kernen kommen gelegentlich an und neben den Nervenfasern vor, können aber mit ihren unregelmässigen Gestalten, ihrer wechselnden Grösse nur von Ungeübten mit den constanten, scharf gezeichneten Formen der Nervenkörperchen verwechselt werden.

4. Wenn nun die Nervenkörperchen ein specifischer Bestandtheil der Nervenfasern sind, so haben wir nun zu fragen, welche Art von Nervenfasern sie besitzt? Seit der Entdeckung der sympathischen oder organischen Nervenfasern durch Remak (1838) ist es bekannt, dass selbst in den peripherischen Nerven dem Caliber nach zwei Arten von Fasern vorkommen, gröbere und feinere Nerven.

Sind auch die Angaben über das Verhältnis beider Nervenfaserarten unter einander ausserordentlich wechselnd, so klingt doch aus dem Gewirr der Meinungen ziemlich deutlich das Gesetz hindurch, dass die gröberen Nerven in den vorderen Rückenmarkswurzeln prävaliren und dass die hinteren Wurzeln mehr feinere Fasern enthalten.[1]

---

[1] Vergl. Siemerling: Anatom. Untersuchung über die menschlichen Rückenmarkswurzeln. Berlin 1887. Hirschwald.

Füge ich hinzu, dass, wie Lichtmans gefunden hat und ich hier zu bestätigen Gelegenheit haben werde, sensible Hirnzweige, wie die Äste des N. Trigeminus, reich an feinen Fasern sind, während motorische Hirnnerven nur gröbere Nerven besitzen, so müssen wir aus diesen Thatsachen folgern, dass die gröberen und die feineren Fasern functionell voneinander differiren, dass demnach der Nachweis engerer Beziehungen der Nervenkörperchen zu der einen oder der anderen Fasergattung auch auf die Bedeutung der Nervenkörperchen ein gewisses Licht werfen würde.

Schon in meiner ersten Arbeit habe ich zeigen können, dass die Nervenfasern sowohl der vorderen als der hinteren Wurzeln Nervenkörperchen enthalten.

Worauf ich indessen erst hier aufmerksam machen kann, das ist der Umstand, dass sowohl in den vorderen, als in den hinteren Wurzeln niemals die feineren, sondern stets nur die gröberen Fasern Nervenkörperchen enthalten.

Es musste nun festgestellt werden, ob dieses Verhalten der Ausdruck eines allgemeineren Gesetzes war und also auch an anderen Nerven des Rumpfes sein Analogon fand, oder ob es sich nur auf die Wurzeln selbst beschränkte.

Dass an allen peripherischen Nerven des Plexus bezüglich des Vorkommens der Nervenkörperchen das Gleiche statthat, das will ich nur nebenbei erwähnen. Bei der relativ spärlichen Anzahl feiner Nerven in denselben war indessen hier von vornherein kein sehr prägnantes Ergebnis zu erwarten.

Dagegen mussten solche Nerven die Beziehungen der Nervenkörperchen zum Caliber der Nerven klar legen, welche durch den Reichthum, die Anordnung und die grossen Gegensätze verschieden starker Nerven ein besonders markantes Bild boten.

Und zu solchen Nerven gehören der N. sympathicus und der N. vagus.

### *N. symphathicus* (Fig. 3).

5. Der N. sympathicus eines erwachsenen Menschen ist rundlich im Querschnitt und etwa 0·8 *mm* dick.[1] Ein starkes Lager von

[1] Alle hier angeführten Masse beziehen sich auf den gehärteten Nerven.

Perineurium umschliesst ihn und sendet auch starke Septa in sein Inneres.

Von den Extremitätennerven unterscheidet er sich dadurch, dass er von Nervenfasern nur geringen Calibers erfüllt wird. Da das Endoneurium, in dem diese feinen Fasern eingebettet sind, sehr kernreich und kernreicher ist, als das Endoneurium cerebrospinaler Nerven (vergl. z. B. Fig. 1 N. abducens und Fig. 4 N. oculomotorius), so erscheint das ganze Gebiet der feinen Nervenfasern wie kernreiches Bindegewebe. An tingirten Präparaten wird dieser Eindruck noch dadurch erhöht, dass sich die Achsencylinder der Nerven, wie die Kerne des Bindegewebes färben, demnach mit Safranin violett. Die Achsencylinder gleichen dann um so mehr den interstitiellen Kernen, als sie ebenso wie diese kreisrund sind.

Mitten in diesem Gebiet feiner Fasern (3—5 $\mu$) befinden sich Inseln (J) gröberer, markhaltiger Nerven (12—15 $\mu$). Die geringe Zahl der hier vorhandenen Kerne, der dadurch bedingte hellere Farbenton der entsprechenden Stellen, die deutliche in die Augen springende Zeichnung der sie erfüllenden Nervenquerschnitte gibt diesen Inseln inmitten der feinen sympathischen Fasern ein sehr charakteristisches Aussehen.

Was aber besonders effectvoll in diesen Gruppen gröberer Nerven hervortritt, das sind die orange gefärbten Halbmändchen meiner Nervenkörperchen (5—6 $\mu$). Im Gebiet der feinen Fasern ist von ihnen auch nicht die geringste Spur zu entdecken.

Dieselben Beziehungen der Nervenkörperchen zu den groben markhaltigen Nerven lässt, wenn auch in entgegengesetztem Bilde, der N. vagus erkennen.

### *N. vagus* (Fig. 2).

Je nachdem man dessen centrales Ende oder den Stamm in seinem peripherischen Verlauf untersucht, findet man im ersten Fall eine grössere Zahl (bis zu 30) kleiner, runder Bündel (herab bis zu 0·1—0·2 *mm* Dicke), die durch starke Bindegewebszüge von einander getrennt sind, oder im zweiten Fall (Fig. 2) einen einzelnen groben Nervenstamm, den ein dünnes Perineurium umgibt

und der in seinem Inneren durch feinere Züge, resp. Spalten in kleinere und grössere Läppchen getheilt ist.

Das Gros dieser Läppchen enthält zumeist grobe (12—15 $\mu$) und nur wenig feine Nervenfasern (3—5 $\mu$). Aber unter den Läppchen befinden sich solche (L), welche nur feine Fasern und in deren Ungebung viele Kerne enthalten. Diese Bündel feiner Nervenfasern zeichnen sich deshalb auch aus dem schon angeführten Grunde durch eine tief violette Färbung vor den kernarmen Läppchen der groben Nerven aus.

Nie sind in den feinfaserigen Bündeln Nervenkörperchen sichtbar, während die groben Nerven sie in der bekannten Weise führen.

Aus Vorstehendem ergibt sich das Gesetz, dass die Nervenkörperchen nur ein Bestandtheil der gröberen Nerven (von etwa 12 $\mu$ ab) sind, dass sie dagegen nie in den feineren Nervenfasern (von 5 $\mu$ abwärts) vorkommen.

6. Dieses Gesetz gibt im Verein mit den Resultaten, welche weiter oben bezüglich des constanten Fehlens der Nervenkörperchen in der Neuroglia und im Perineurium berichtet worden sind, eine neue, wichtige Unterstützung unserem Nachweis, dass Nervenkörperchen keine Mastzellen sind.

Denn wären sie es, dann würden sie gerade dort vorkommen, wo sie ostentativ auch im Nerven fehlen, — in dem bindegewebsreichen Gebiet der feinen Fasern.

Bezüglich der Natur ihrer selbständigen Stellung liessen diese Ergebnisse jedoch noch keine bestimmten Folgerungen zu. Man konnte zunächst daran denken, dass die Nervenkörperchen vielleicht nur zur Scheide der Nerven in engerer Beziehung ständen, demnach eine bescheidene morphologische Rolle spielten.

Indessen habe ich hier und schon in meinem ersten Aufsatz gezeigt, dass eine enge Verbindung zwischen Nervenkörperchen und Schwann'scher Scheide nicht bestehet.

Ferner wurde hier bereits darauf hingewiesen, dass die feinen cerebro-spinalen Nerven und selbst die Remak'schen Fasern des erwachsenen Menschen keine Nervenkörperchen besitzen, obgleich sie ebensowenig, wie die groben Nervenfasern frei von Neurilem sind.

Auch fehlt das Neurilem an jugendlichen Nerven des Menschen nicht, während in ihnen Nervenkörperchen nicht existiren.

Um endlich auf breiterer Basis klarzulegen, ob überhaupt Beziehungen zwischen den Nervenkörperchen und der Schwann'schen Scheide bestehen, habe ich verschiedene Thierclassen auf Nervenkörperchen untersucht und das bemerkenswerthe Resultat erhalten, dass keine der von mir bisher untersuchten Thierspecies Nervenkörperchen besitzt. Untersucht wurden von Säugethieren: Pferd, Ochs, Schwein, Hammel, Katze, Hase, Hund, Kaninchen und Meerschweinchen; von Vögeln: Gans, Huhn, Eule; von Amphibien: der Frosch.

Es geht aus diesen Thatsachen hervor, dass die Nervenkörperchen als einfache Elemente der Schwann'schen Scheide nicht betrachtet werden können.

7. So drängte Alles auf eine functionelle Bedeutung der Nervenkörperchen hin. Weil nun die Gehirnnerven weit schärfer functionell geschieden sind, als die peripherischen Nerven, so verlegte ich meine weiteren Untersuchungen auf das Gebiet der Hirnnerven.

Die Erfahrungen an den peripherischen Nerven schienen auf engere Beziehung der Nervenkörperchen zu den motorischen Nerven hinzudeuten. Es lag deshalb nahe, zunächst die rein motorischen Gehirnnerven auf ihren Gehalt an Nervenkörperchen zu untersuchen. Alle in der Folge beschriebenen Nerven gehören Personen mittleren Alters, zwischen 40 und 60 Jahren, an. Zur Untersuchung wurden meist deren centrale, dicht am Gehirn gelegene Enden verwendet.

### *N. oculomotorius* (Fig. 4).

Er ist nahezu kreisrund, nur 1·4—1·6*mm* dick. Ein sehr dünnes Perineurium umgibt ihn und sendet äusserst feine Septa in sein Inneres. Im präparirten Nerv erscheint letzteres in unregelmässige, durch Spalten voneinander getrennte Inseln zerklüftet.

Er enthält nur grobe Nerven (12—15 $\mu$) und zahlreiche, sehr stattliche Nervenkörperchen (4—6 $\mu$).

### *N. trochlearis.*

Trotz seiner geringen Dicke von nur 0·4—0·5 *mm* ist er dem vorigen durchaus analog gebaut, hat ein sehr dünnes Perineurium, sehr feine Neuroglia, keine deutlichen Septa, — aber grobe Nerven (12 $\mu$) und zahlreiche grosse Nervenkörperchen (0·5—0·6 $\mu$).

### *N. abducens* (Fig. 1).

Der Stamm desselben ist nicht immer rund, sondern zuweilen länglich und schmal. Bei einer 53jährigen Frau hatte er einen Längendurchmesser von 1·2*mm* und einen Breitendurchmesser von 0·3*mm*.

Den Nerv umkleidet ein schmaler und dichter Perineurialüberzug, der mit seiner ganzen Breite auch in das Innere des Nerven eindringt und hier Septa von auffällig regelmässiger Anordnung bildet. Dieselben theilen den Nerv in etwa 10 Unterabtheilungen, die, wenn der Nervenquerschnitt länglich ist, in zwei Längsreihen angeordnet sind.

Bei rundlicher Form (0·8—1·0*mm*) des Nervenquerschnittes setzt sich derselbe aus mehr rundlichen, durch ziemlich starke Neurogliascheiden voneinander getrennten Nervenfaserpaketen zusammen.

In jedem Fall sind die Nervenfasern des N. abducens durchgehends grob und gehören zu den stärksten, welche in den Gehirnnerven vorkommen. Sie haben im Mittel eine Dicke von 18 $\mu$.

Dieser Dicke entsprechen die Nervenkörperchen, die im N. abducens ganz auffallend gross — bis zu 7·5 $\mu$ und ganz besonders reich vertreten sind.

### *N. facialis* (Fig. 8).

In seinem peripherischen Verlauf gleicht der N. facialis den Nerven der Extremitäten, hat eine Dicke von 0·9*mm* und ein ziemlich starkes Perineurium, von dem Scheiden in das Innere gehen. Was dem Gesichtsnerven eigenthümlich ist, das ist der Umstand, dass trotz seiner motorischen Eigenschaften das Gros seiner Nervenfasern nur ein mittelstarkes Caliber (9—10$\mu$) besitzt und dass er für einen motorischen Nerven auffallend viel feine Nerven (6 $\mu$) enthält.

Die gröberen Nervenfasern sind in gewöhnlicher Weise mit Nervenkörperchen besetzt. Vollends eigenartige Verhältnisse bietet das centrale Ende des N. facialis dar (Fig. 8).

Dasselbe besteht aus zwei concentrischen Abschnitten.

Der peripherische Abschnitt (P) schliesst den centralen (C) in Form eines Ringes ein und hat eine unregelmässige, zwischen 0·8 und 1·4 *mm* schwankende Breite. Er enthält vorherrschend grobe Nerven (15 $\mu$) und zeigt die Eigenthümlichkeit, dass sich seine Nerven im Annähern an den centralen Abschnitt an manchen Stellen (s. Richtung des Pfeiles in Fig. 8) deutlich verkleinern.

Alle diese Nerven des peripherischen Abschnittes zeigen im Mark die concentrischen Ringe peripherischer Nerven, färben sich mit Safranin gelb und sind reich an Nervenkörperchen, deren Grösse in frappanter Abhängigkeit von der Stärke der zugehörigen Nervenfasern steht (vergl. Richtung des Pfeiles). Die Neuroglia dieses Abschnittes ist spärlich und arm an Kernen, besteht aber aus Fäden, die ziemlich grob sind.

Der centrale Abschnitt (C) des Nerven hat bei verschiedenen Individuen verschiedene Gestalten, und ist bald rund, bald von ungefähr herzförmiger, bald gelappter Gestalt. Er ist von der peripherischen Partie des Nerven durch eine breite Neurogliazone (Nz) getrennt. Von ihr geht ein nach dem Centrum (C) des Nerven sich verfeinerndes Neuroglianetz aus. Dieses Neuroglianetz besteht, gegenüber dem Neuroglianetz des äusseren Abschnittes, aus breiteren Zügen, aber feineren Fasern und zeigt die Neigung, bald im Inneren, bald nach Aussen von der erwähnten Neurogliazone (Nz) sich zu kleineren oder grösseren Inseln (Ni) zu verdichten. In solchen Inseln sind häufig, aber nicht immer, Öffnungen und in diesen einzelne Nerven vorhanden.

Was den centralen Abschnitt von dem peripherischen am meisten unterscheidet, das sind seine Nerven. Dieselben sind im Centrum etwas kleiner (9—12 $\mu$), als die grössten Nerven der peripherischen Partie, aber bedeutend grösser, als schmale Fasern 3—5$\mu$). Sie sind frei von einer inneren Structur (Ringen) und werden durch das Safranin nicht so, wie die Nerven des peripherischen Abschnittes, gelblich gefärbt, sondern zeigen vielmehr unter gleichen Verhältnissen einen leicht violetten Farbenton und sind dabei blass und schattenhaft. Ihre auffälligste Eigenthüm-

lichkeit aber besteht darin, dass sie absolut frei von Nervenkörperchen sind.

Dieses so eigenartige Verhalten zeigt der N. facialis genau an seinem Ursprung, dort wo er gerade aus dem Gehirn heraustritt. Nach der Peripherie zu schrumpft der oben beschriebene centrale Abschnitt mehr und mehr zusammen. Schliesslich zeigen sich nur noch kleine Neuroglia-Inseln (wie Ni) im Gewebe des Nerven, bis auch diese nach dessen Peripherie zu verschwinden.

Es bleiben uns noch zwei rein motorische Gehirnnerven zu besprechen übrig, der N. accessorius und der N. hypoglossus.

### *N. accessorius.*

Sein Querschnitt ist kreisrund, hat 0·5 *mm* im Durchmesser und ein sehr feines Perineurium, von dem ein zartes Neuroglianetz ohne gröbere Septa in's Innere dringt.

Seine Nervenfasern sind grob, bis zu 18 $\mu$ dick und reichlich mit Nervenkörperchen besetzt.

### *N. hypoglossus.*

Er besteht aus mehreren Bündeln, die durch starkes Perineurium von einander getrennt sind. Starke Septa ziehen ins Innere.

Seine Nerven sind grob (15$\mu$) und mit vielen Nervenkörperchen besetzt.

Wegen seiner rein motorischen Eigenschaften schliesse ich hier an die Gehirnnerven noch den

### *N. phrenicus*

an. Derselbe ist rund, 0·8 *mm* im Durchmesser, besitzt ein starkes Perineurium, von dem 3—4 stärkere Septa ausgehen.

Im Inneren sind grobe (15 $\mu$) mit Nervenkörperchen besetzte Nervenfasern vorhanden, dazwischen in spärlicher Anzahl feine Nerven, die keine Nervenkörperchen aufweisen.

Die Schlüsse, die sich aus der Beschreibung der motorischen Gehirnnerven ergeben, lauten, soweit sie uns hier interessiren, sehr präcis und einfach.

Alle motorischen Gehirnnerven zeichnen sich durch den hervorragenden Gehalt an groben (15—18 $\mu$) Nerven und durch den grossen Reichthum an Nervenkörperchen aus.

Der N. facialis schliesst sich in seinem peripherischen Verlauf diesem Verhalten motorischer Nerven an. Sein centrales Ende aber weicht von demselben wesentlich ab. Vielleicht hängt letzteres damit zusammen, dass der N. facialis nicht ausschliesslich motorische Eigenschaften besitzt und dass von ihm mit der Chorda tympani auch secretorische Fasern abgehen.

Ob indessen der so eigenthümlich gebaute centrale Abschnitt des N. facialis zu seinen Secretionsfasern in Beziehung steht, darüber etwas Bestimmteres auszusagen, muss ich mir natürlich versagen.

8. Um festzustellen, ob grobes Caliber der Nervenfasern und die Gegenwart von Nervenkörperchen ausschliesslich den motorischen Nerv charakterisiren und demnach functionelle Bedeutung haben, müssen wir zunächst das Verhalten rein sensorischer Nerven studiren und dasselbe dem der motorischen unmittelbar gegenüberstellen.

### *N. olfactorius* (Fig. 5).

Schwache Vergrösserungen. Er ist unregelmässig elliptisch im Querschnitt (1—1·5 *mm*). Sein Gewebe ist ein sehr feines, am Rande von einem breiteren Neurogliasaum eingeschlossener Neurogliafilz mit kleineren und gröberen Kernen. Letztere sind längs der Peripherie des Nerven zu einer Art Zone verdichtet, die zuweilen auch durch das Innere des Nerven Fortsätze ausschickt. Markhaltige Nervenfasern sind nur in spärlicher Anzahl vorhanden. Sie bilden kleine, unregelmässige, zwischen den genannten Kernen eingesprengte Gruppen, die bei schwacher Vergrösserung als Flecke erscheinen und in Safraninpräparaten durch ihren gelben Farbenton sich von dem violetten Stroma des Nerven schön und deutlich abheben.

Der Nerv enthält keine Spur von Nervenkörperchen.

### *N. opticus* (Fig. 6 und 7).

Sein Querschnitt ist rund und hat 3—4*mm* im Durchmesser. Ein dünnes Perineurium sendet radiäre, violett gefärbte Septa in das Innere. Diese theilen das eigentliche (bei schwacher Vergrösserung orange erscheinende) Parenchym des Nerven in Unterabtheilungen. Bei starker Vergrösserung (Fig. 6) erkennt man in demselben ein sehr zartes Netz, dessen Fäden ein allerfeinstes Netzwerk zweiter Ordnung bilden, während deren Maschen zum Theil leer sind, zum Theil grosse runde, violett gefärbte Kerne und blasse, gelblich gefärbte Nerven enthalten. Die Maschen des Netzes zweiter Ordnung sind von marklosen Nervenfasern (Achsencylindern) erfüllt, die auf dem Querschnitt als winzige Punkte erscheinen.

Auf dem Längsschnitt (Fig. 7) erkennt man ein feinfaseriges Stroma, dessen Elemente sehr regelmässig der Länge nach verlaufen. Den gröberen Septis des Querschnittes entsprechen auf dem Längsschnitte breitere, fast parallel verlaufende, violette Züge. Zwischen ihnen gleich gerichtet ziehen Bruchstücke markhaltiger (gelbgefärbter) Nervenfasern, und durch das Ganze zerstreut liegen bald in eigenen Öffnungen, bald in den Septis selbst die grossen violetten, runden Kerne des Stroma.

Weder auf dem Quer-, noch auf dem Längsschnitt des N. opticus sind Nervenkörperchen sichtbar.

### *N. acusticus* (Fig. 9, 10, 11 und 12).

Der Gehörnerv besteht kurz nach seinem Austritt aus dem Gehirn und bevor er in den Meatus auditivus internus eintritt, aus drei durch Grösse und Bau voneinander sich unterscheidenden Asten (Fig. 9*a*, *b*, *c*).

Sie liegen der Grösse nach in einer Reihe (Fig. 9) und hängen durch Adhäsionen bald mehr, bald weniger fest aneinander.

1. Der grösste Ast (Fig. 9*a*) hat etwa die Gestalt eines Dreiecks, dessen Ecken abgerundet und dessen Seiten leicht gebogen sind.

Seine Höhe beträgt 1·5*mm*, seine Basis 1·0*mm*. Von einem dünnen Perineurium gehen spärliche, aber verhältnissmässig starke Septa ins Innere des Nerven, um sich hier nach kurzem

Verlauf dornenartig zu verzweigen und dann schnell in ein äusserst feines Neuroglianetz zu zerfallen (Fig. 12). Dieses Neuroglianetz hat grosse Ähnlichkeit mit dem des N. opticus (Fig. 6). Es bildet wie die Neuroglia dieses Nerven einerseits ein secundäres, äusserst feines Netzwerk und anderseits grosse Maschen, in denen (violette) Kerne und feine (4, 5 $\mu$) blasse (gelbe) Nerven mit noch blässeren Achsencylindern liegen. Vom N. opticus unterscheidet sich indessen der hier beschriebene Ast des N. acusticus dadurch, dass er reicher an gröberen Nerven, aber ärmer an marklosen Achsencylinderfäden ist, als jener. An manchen Stellen verdichtet sich das Neuroglianetz zu bald runden, bald andersartig gestalteten Neuroglia-Inseln (Ni Fig. 9*a*). Auch sind im Inneren des Nerven die Querschnitte gröberer Gefässe (Fig. 12*g*) sichtbar. Nervenkörperchen sind dagegen nicht vorhanden.

2. Der zweite Ast des N. acusticus (Fig. 9*b* und 10) ist leicht elliptisch gestaltet. Seine Durchmesser betragen 1·0 *mm* und 0·9 *mm*. Von seinen Perineurium gehen nur wenige Septa ins Innere. Die meisten und stärksten Septa durchkreuzen vielmehr die Mitte des Parenchym und zeichnen sich durch ihren auffallend geraden Verlauf, ihre centrifugalen und spitzwinkeligen Verästelungen aus. Den Rest des Nerven erfüllt, im Gegenaste zu dem vorigen Ast, eine grobe, grossmaschige Neuroglia. Die Nervenfasern, die in den Maschen dieser Neuroglia sitzen, zeigen die Eigenthümlichkeit, von der Peripherie nach dem Centrum des Nerven zu an Grösse etwas abzunehmen. Sie sind 9—10 $\mu$ dick und gehören demnach zu den Nerven mittleren Calibers.

Trotzdem sind sie von Nervenkörperchen absolut frei.

3. Der dritte Ast des N. acusticus (Fig. 9*c* und 11) ist der kleinste (0·7 *mm* breit und 0·9 *mm* lang) und gleichzeitig der eigenthümlichste von allen. Er ist etwa dreieckig, meist mit dem vorigen verwachsen und mit der Basis gegen ihn gerichtet.

Gerade in seinem Centrum bildet ein dichtes Geflecht von sich kreuzenden Neurogliafasern eine Art Insel (J). Mitten auf dieser Insel sind rundliche Lücken sichtbar, in denen eigenthümliche, zum Theil rundliche, zum Theil dreieckige oder vielkantige Körperchen sitzen (vergl. Fig. 11). Die äusserst feinen Ausläufer

dieser Körperchen dringen in das Inselgeflecht. Mit einiger Mühe kann man im Körper dieser strahligen Gebilde auch einen dunkleren Punkt entdecken. So erinnern diese Dinge etwa an Ganglienzellen. Von der Peripherie der Neuroglia-Insel gehen wie von einem Stern nach allen Richtungen Strahlen aus. Dieselben entstehen durch Convergenz von die Insel verlassenden Neurogliafäserchen. Dort, wo diese Fäserchen noch mit der Insel zusammenhängen und bevor sie sich zu Strahlen verdichten, durchflechten sie sich vielfach und lassen zwischen sich Lücken zurück (*a* Fig. 11). In diesen Lücken sitzen Nerven. Die Strahlen selbst verlieren sich zum Theil in dem Neurogliastroma, zum Theil erreichen sie den jenseitigen Rand des Nerven, das Perineurium. Von diesem gehen nur kurze und spärliche Septa aus, die sich schnell im gröberen Neurogliamaschenwerk des Stroma verlieren. Die Maschen des letzteren sind von Nerven erfüllt, die 6—10 $\mu$ im Durchmesser haben und sehr deutliche Achsencylinder besitzen.

Aber auch diese Nerven sind ausgezeichnet durch den vollständigen Mangel an Nervenkörperchen.

9. Der Mangel an Nervenkörperchen in den wichtigsten sensorischen Nerven legte die Frage nahe, ob wir es hier mit einem alle sensorischen Nerven betreffenden Gesetz zu thun haben oder nicht, und ob dieses Gesetz für die sensiblen Nerven in gleicher Weise Geltung habe.

Auskunft hierüber konnte am besten der N. trigeminus geben, der neben motorischen Ästen gleichzeitig auch sensorische und sensible Nervenzweige besitzt.

### *N. trigeminus.*

Wir haben hier die Wurzel des Nerven, die in das Ganglien Gasseri eintritt, und die drei Äste zu unterscheiden, die aus dem Ganglion entspringen.

Schon makroskopisch unterscheiden sich diese Theile in sehr charakteristischer Weise.

Die Wurzel besteht aus nicht verwachsenen Nervenbündeln und bildet mit diesen eine Art Pinsel.

Die drei Trigeminusäste dagegen sind compact und, wie alle Nervenstämme, homogen.

Das Nervenbündelconvolut der Trigeminuswurzel hat eine Stärke von 2·3—2·4 *mm*. Darunter sind Bündel von 0·2—0·7 *mm*. Die einzelnen Bündel enthalten ein sehr feines Neuroglianetz, auffallend viel feine (6 $\mu$) und nur spärlich gröbere Nerven (9—12 $\mu$). Es gibt unter den Bündeln solche, welche ausschliesslich nur feine Fasern enthalten, in denen aber auch Nervenkörperchen nicht zu sehen sind. In anderen Bündeln sind Nervenkörperchen vorhanden, aber diese immer nur neben gröberen Nerven sichtbar.

Die Nervenzüge im Ganglion Gasseri enthalten gleichfalls Nervenkörperchen.

Die drei Äste des N. Trigeminus verhalten sich folgendermassen:

1. Ramus ophthalmicus. Er besteht aus einem einzelnen runden Bündel, hat ein dünnes Perineurium und sehr feine, das Innere des Nerven in unregelmässige Felder theilende Septa. Seine Dicke beträgt 1·6—1·8 *mm*. Die Nerven sind klein und im Mittel nur 6—8 $\mu$ dick.

Nervenkörperchen sind vorhanden. Ihre Zahl und ihre Grösse (2—3 $\mu$) aber ist sehr gering.

2. Ramus maxillaris superior. Ihn setzen mehrere fast kreisrunde-Bündel von 0·2—0·7 *mm* Durchmesser zusammen. Die Scheiden der einzelnen Bündel, sowie deren Septa sind schwach. Die Nerven besitzen in weiten Grenzen schwankende Caliber (3—15 $\mu$). Die meisten unter ihnen gehören zur Kategorie der feinen Fasern.

Hier sind nur spärliche und sehr kleine Nervenkörperchen vorhanden.

3. Ramus maxillaris inferior. Er ist unter allen Ästen des N. trigeminus der stärkste, 2 *mm* dick, und bildet ein Convolut von vielen, sehr unregelmässig gestalteten Bündeln. Einzelne Bündel enthalten mehr feine Nerven ohne Nervenkörperchen. In anderen herrschen die gröberen Nerven (15 $\mu$) vor.

Die Nervenkörperchen dieses Astes sind auffallend gross (6—8 $\mu$) und zahlreich.

Den N. lingualis trigemini habe ich seiner sensorischen Eigenschaften wegen noch besonders auf Nervenkörperchen untersucht.

Er ist kreisrund, hat einen Durchmesser von 1·2*mm*, ein dünnes Perineurium und keine Septa.

Er enthält gröbere und feinere Nerven. Das Caliber der der Zahl nach vorherrschenden Nerven beträgt 12 $\mu$.

Nervenkörperchen sind vorhanden.

Füge ich zu diesen am N. trigeminus gemachten Befunden noch die in meiner ersten Arbeit hervorgehobene Thatsache hinzu, dass auch die hinteren Spinalwurzeln und die die Intervertebralganglien durchziehenden Nervenfasern Nervenkörperchen enthalten, so geht aus allen diesen Erfahrungen jedenfalls das hervor, dass der Mangel an Nervenkörperchen nicht alle sensorischen Nerven, speciell den Geschmacksnerven nicht, betrifft und dass die sensiblen Nerven gleichfalls von Nervenkörperchen nicht frei sind.

10. Die Vervollständigung der vorstehenden Ergebnisse erforderte schliesslich noch die Erörterung des Verhaltens der Nervenkörperchen in gemischten Hirnnerven.

Da der N. vagus bereits besprochen worden ist, so haben wir nur noch den N. glossopharyngeus zu untersuchen.

### *N. glossopharyngeus.*

Er bildet kurz nach seinem Austritt aus dem Gehirn ein Paket kleiner Nervenbündel, deren Grösse zwischen 0·1 und 0·4*mm* schwankt.

Die einzelnen Bündel enthalten sehr viel feine und nur spärlich gröbere Nerven. Die grössten unter den letzteren betragen 12 $\mu$, das Gros hat einen Durchmesser von nur 6 $\mu$.

Nervenkörperchen sind vorhanden. Sie sind sehr klein und ihre Zahl steht zu der kleinen Anzahl der im N. glossopharyngeus vorhandenen gröberen Nervenfasern in Beziehung.

11. Fassen wir die Gesammtkenntnis, die meine früheren und die vorstehenden Untersuchungen über die Nerven und die Nervenkörperchen gebracht haben, zusammen, so können wir zur Zeit Folgendes über sie sagen:

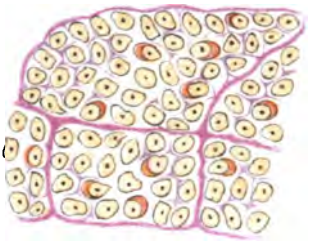
Der Bau der cerebralen Nerven ist ein so charakteristischer, dass man die meisten cerebralen Nerven aus ihrem Bau erkennen kann.

Die Nervenkörperchen sind zellige Organe markhaltiger Nervenfasern, die durch ihr isolirtes Auftreten längs der Nerven, ihre eigenthümliche Form und die ihnen charakteristische Reaction gegen Safranin sich als eine Gruppe vollkommen selbständiger Gebilde darstellen. Sie kommen, soweit mir bisher festzustellen gelungen ist, nur beim Menschen vor, hier etwa von der Zeit der Pubertät ab, ohne mit dem Alter an Zahl merklich zuzunehmen. Wenn die Nervenkörperchen auch nur in doppeltcontouren, markhaltigen Nervenfasern gröberen und gröbsten Calibers anzutreffen sind, — so ist es doch nicht, wie beispielweise das Verhalten des N. acusticus und des N. facialis beweist, das Caliber der Nerven allein, wovon ihr Vorkommen abhängt.

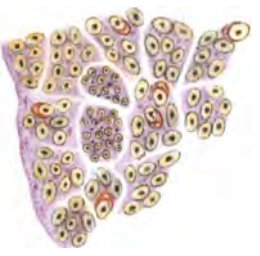
Auch sind die Nervenkörperchen weder ausschliesslich Organe der motorischen (vergl. N. facialis), noch fehlen sie ausnahmslos bei allen sensorischen Nerven. Aber es steht doch fest, dass sie in den motorischen Nerven durch ihre Beständigkeit, ihre Grösse und ihre Zahl imponiren, — in den sensorischen und den sensiblen Nerven dagegen entweder ganz fehlen oder, wenn sie vorkommen, spärlich und klein sind.

Daraus folgt, dass für motorische Nerven des erwachsenen Menschen nicht nur grobes Caliber der sie zusammensetzenden Nervenfasern, sondern auch das beständige Vorkommen grosser und zahlreicher Nervenkörperchen geradezu charakteristisch ist.

1

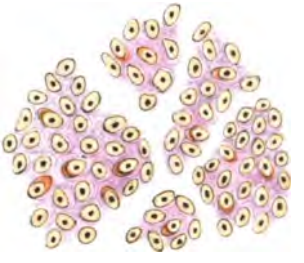


2



3

4



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

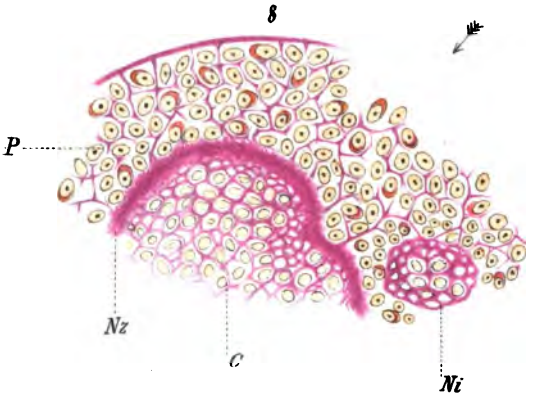
Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. math. naturw. Classe. Bd. XCVII. Abth. III. 1888.

5

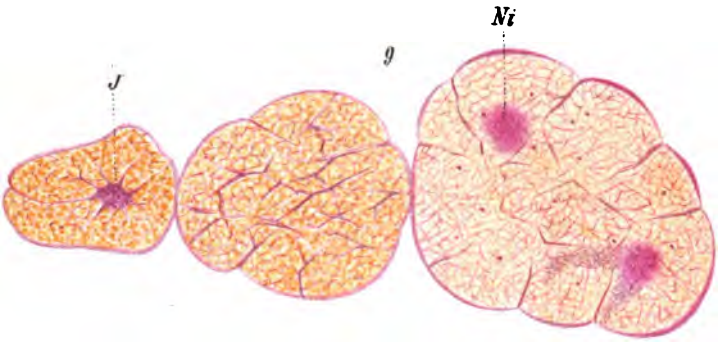
6

7

8



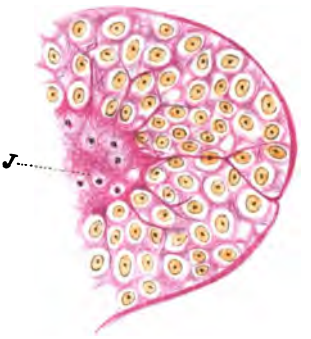

Lith. Anst v. Th. Bannwarth, Wien



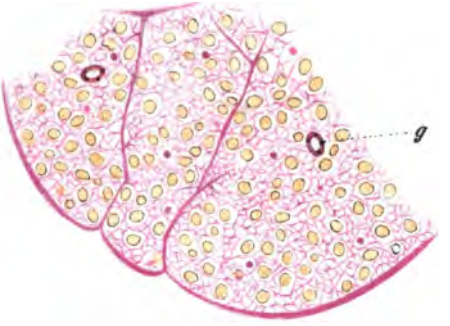

c b a

10

11




12




Lith. Anst v. Th. Bannwarth, Wien

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. math. naturw. Classe. Bd. XCVII. Abth. III. 1888.

# Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. N. abducens.
„ 2. „ vagus.
„ 3. „ sympathicus.
„ 4. „ oculomotorius.
„ 5. „ olfactorius.
„ 6. „ opticus.
„ 7. Derselbe im Längsschnitt.
„ 8. N. facialis.
„ 9. „ acusticus; *a, b, c* seine drei Äste.
„ 10. „
„ 11. „
„ 12. „ } Die drei Äste des N. acusticus bei starker Vergrösserung und zwar entspricht

Fig. 12 dem Zweige *a*.
„ 10 „ „ *b*.
„ 11 „ „ *c*.

Reichert'sches Mikroskop. Oc. 2. Obj. 4 und 7.

## V. SITZUNG VOM 9. FEBRUAR 1888.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. E. Ritter v. Brücke übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über die optischen Eigenschaften des Tabaschir".

Herr P. C. Puschl, Stiftscapitular in Seitenstetten, übersendet eine Abhandlung: „Über die Wärmeausdehnung der Gase".

Herr Bernhard Schaufler, Supplent an der k. k. Oberrealschule in Sechshaus (Wien), übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss der Chilopoden".

Der Secretär legt eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Wien von Dr. R. Benedikt und E. Ehrlich vor, betitelt: „Zur Kenntniss des Schellacks" (I. Mittheilung).

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine Arbeit: „Über die Entstehung einiger Phenylchinolinderivate", von Prof. H. Weidel und G. v. Georgievics.

Der Vicepräsident Herr Hofrath Prof. Stefan überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über die Herstellung intensiver magnetischer Felder".

Der k. k. Oberstlieutenant des Artilleriestabes Herr A. v. Obermayer überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Versuche über die Elmsfeuer genannte Entladungsform der Elektricität".

Herr J. Teufelhart, k. k. Ober-Postcontrolor und Leiter der Staatstelegraphen-Lehrcurse in Wien, überreicht eine Mittheilung unter dem Titel: „Die Entstehung des Nordlichtes und die Ursachen der Sichtbarkeit desselben in unseren Breitegraden".

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**XCVII. Band. III. Heft.**

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

# VI. SITZUNG VOM 1. MÄRZ 1888.

Der Secretär legt das Heft III und IV (October—November 1887) der II. Abtheilung der Sitzungsberichte, ferner das I. Heft (Jänner 1888) der Monatshefte für Chemie vor.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Arbeit aus dem physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XXI. Mittheilung. Über die Innervation der Krebsscheere", von Prof. Dr. Wilh. Biedermann.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine Arbeit von Dr. Paul Czermak: „Über das elektrische Verhalten des Quarzes". (II. Theil.)

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. C. Freiherr v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die fossile Flora von Leoben in Steiermark". (I. Theil).

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet folgende zwei Abhandlungen:

1. „Über die Function $C_n^{\nu}(x)$."
2. „Zwei Eigenschaften der Primzahl 3".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über das Verhalten der *o*-Oxychinolincarbonsäure und deren Derivate im Organismus", von S. Krolikowski und M. Nencki in Bern.
2. „Über das Normalensystem und die Centrafläche der Flächen zweiter Ordnung" (II. Mittheilung) von E. Waelsch in Prag.

3. „Über die Ausgleichung von Wahrscheinlichkeiten, welche Functionen einer unabhängig Variablen sind", von Dr. E. Blaschke in Wien.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von stud. phil. Rudolf Raimann in Wien vor, welches angeblich eine Beobachtung auf dem Gebiete der Pflanzen-Anatomie enthält.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung von Natriumthiosulfat auf Kupferoxydsalze", von Dr. G. Vortmann.

Das w. M. Herr Prof. v. Lang überreicht eine Abhandlung des c. M. Prof. Franz Exner, betitelt: „Weitere Beobachtungen über atmosphärische Elektricität".

Herr Regierungsrath Prof. Dr. A. Bauer in Wien überreicht zwei in seinem Laboratorium durchgeführte Arbeiten der Herren K. Hazura und A. Grüssner.

1. „Über trocknende Ölsäuren" (V. Abhandlung), von K. Hazura.
2. „Über trocknende Ölsäuren" (VI. Abhandlung), von K. Hazura und A. Grüssner.

## Selbständige Werke, oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

K. k. techn. u. administratives Militär-Comité, Die hygienischen Verhältnisse der grösseren Garnisonsorte der österr.-ungar. Monarchie. I. Graz. (Mit 8 Planskizzen, 1 Umgebungskarte und 15 graphischen Beilagen). Wien, 1887; 8°.

Peralta, D. Manuel de, El canal interoceanico de Nicaragua y Costa-Rica en 1620 y en 1887. Relaciones de Diego de Mercado y Thos. C. Reynolds con otros documentos recogidos y anotados. Bruselas, 1887; 8°.

# Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

**Einundzwanzigste Mittheilung.**

## Über die Innervation der Krebsschere

von

**Dr. Wilhelm Biedermann,**

*a. o. Professor der Physiologie und erstem Assistenten am physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag.*

(Mit 4 Tafeln.)

Die im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen dienen früheren Untersuchungen über denselben Gegenstand zur Ergänzung und beziehen sich einerseits auf die bei Reizung der Scherennerven des Krebses mit dem Kettenstrome eintretenden Gestaltveränderungen der beiden antagonistischen Muskeln, anderseits aber auf die elektromotorischen Wirkungen des Schliessmuskels bei tetanisirender Reizung des zugehörigen Nerven. Die ersteren hatte ich zwar theilweise schon berücksichtigt, doch schien eine systematische insbesondere auch auf die Hemmungserfolge gerichtete Untersuchung nicht ohne Interesse.

Bezüglich der Methode der Reizung mit Kettenströmen darf ich wohl auf meine früheren Arbeiten[1] verweisen und will nur erwähnen, dass sich alle folgenden Angaben auf den durch Tenotomie dem Einfluss des Antagonisten entzogenen Schliessungs- oder Öffnungsmuskels der Krebsschere beziehen und dass die Gestaltveränderungen mittels des bereits beschriebenen kleinen Apparates graphisch verzeichnet wurden. So sehr ich es gewünscht

[1] Diese Beiträge XIX und XX.

TON MEDIC
JUN 13 1910
LIBRARY



hätte, ist es mir nicht gelungen, die Gestaltveränderungen beider Muskeln gleichzeitig in zeitlicher Weise zu verzeichnen wie früher bei Reizung mit inducirten Strömen, da es mir jetzt vor Allem darauf ankam, den Tonus derselben zu erhalten, was zwar regelmässig und leicht bei dem Scherenöffner aber in Folge der unvermeidlichen Verletzungen bei Herstellung des betreffenden Präparates kaum jemals in genügendem Maasse bei dem Schliessmuskel zu erreichen ist. Ich war daher genöthigt, grössere Reihen von Versuchen an jedem Muskel für sich anzustellen und die unter möglichst gleichartigen Bedingungen gewonnenen Curven nachträglich zu vergleichen. Die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Reactionsweise beider Scherenmuskeln treten übrigens auch unter diesen Umständen auf das deutlichste hervor.

Als bemerkenswertheste Thatsache hatte sich bei tetanisirender Nervenreizung herausgestellt, dass der tonisch verkürzte Schliessmuskel ungefähr bei denselben, relativ schwachen Strömen erschlafft, bei welchen sich der Scherenöffner kräftig contrahirt, während umgekehrt starke Ströme zwar jenen in tetanische Contraction versetzen, an diesem dagegen entweder keinerlei sichtbare Gestaltveränderungen hervorrufen oder falls Tonus vorhanden ist, Erschlaffung bewirken. Es schien demnach ein vollständiger Antagonismus der Erregungsbedingungen der den beiden Muskeln zugehörigen Nerven zu bestehen. Oft liess sich bei mittlerer Stromstärke ein Intervall der Reizscala nachweisen, wo weder der eine noch der andere Muskel auf Reizung des Nerven reagirte, doch war dies keineswegs regelmässig der Fall, indem an der Grenze des Auftretens antagonistischer Reizerfolge sehr oft beide Muskeln, wenn auch nur schwach, in Contraction geriethen.

Demgegenüber gestalten sich die Reizerfolge bei Anwendung von Kettenströmen wesentlich verwickelter und ist vor Allem zu betonen, dass eine „neutrale Zone“ der Stromstärke in dem vorhin erwähnten Sinne dann niemals nachweisbar erscheint, wenngleich auffallende und durchaus gesetzmässige Unterschiede der Wirkungsweise verschieden starker Ströme auch hier nicht fehlen. In Übereinstimmung mit dem Verhalten der Reizerfolge bei tetanisirender Erregung des Nerven mittels Wechselströmen lässt sich nämlich zeigen, dass auch bei Schliessung eines Kettenstromes an dem Öffnungsmuskel die Erregungserscheinungen, an dem

Schliessmuskel dagegen die Hemmungswirkungen überwiegen oder auch allein hervortreten, wenn die Stromesintensität gering ist, während bei Anwendung starker Ströme der umgekehrte Erfolg eintritt. Doch sind die Erscheinungen im Einzelnen viel schwerer zu übersehen, weil bei jeder nicht zu schwachen Reizung in der Regel beiderlei Wirkungen (Erregung und Hemmung) sich geltend machen, so dass bei graphischer Darstellung der Gestaltveränderungen eines der beiden tonisch verkürzten Muskeln unter Umständen höchst complicirte Curven erhalten werden, deren Deutung nur auf Grund der früheren Erfahrungen möglich war.

Am einfachsten und den Erfahrungen an anderen Nerv-Muskelpräparaten durchaus entsprechend gestalten sich die Erregungs-Erscheinungen an dem tonusfreien Schliessmuskel, indem dieselben vollkommen dem Pflüger'schen Zuckungsgesetze entsprechen. Mittelstarke Ströme wirken hier unabhängig von der Richtung, in welcher sie den Nerven durchfliessen, sowohl bei der Schliessung wie bei der Öffnung erregend, während ein starker absteigender Strom nur Schliessungserregung, ein starker aufsteigender dagegen nur Öffnungserregung bewirkt. Bemerkenswerth erscheint bei diesen Versuchen der Umstand, dass jede stärkere Reizung zu einer mehr oder weniger langanhaltenden tetanischen Verkürzung des Muskels Anlass gibt, so dass hier die Dauererregung durch den constanten Strom zur Regel wird.

Abgesehen von anderen noch näher zu erörternden Unterschieden zeigt sich bei gleichartigen Versuchen an dem tonusfreien Öffnungsmuskel, dass hier in der Regel schon viel schwächere Ströme erregend wirken, als bei dem Schliessmuskel, während starke unter Umständen gänzlich wirkungslos bleiben, in anderen Fällen aber erheblich schwächere Contractionen auslösen als Ströme von geringerer Intensität. Doch gehört dieses letztere paradoxe Verhalten keineswegs zur Regel und kann nicht einmal als sehr häufiges Vorkomniss bezeichnet werden. (Taf. IV, Fig. 15.)

Die Stromesrichtung erscheint bei allen Versuchen an den Scherenmuskeln insoferne von Belang, als die Schliessungserregung in der Mehrzahl der Fälle eher bei aufsteigendem als

bei absteigendem Strome beginnt, während für den Öffnungsreizerfolg das Umgekehrte gilt. Die Ursache dieses Verhaltens dürfte nicht sowohl in besonderen Eigenschaften der Nervenfasern, als vielmehr in dem Umstande zu suchen sein, dass bei der gewählten Versuchsanordnung die Stromesdichte an Stelle der beiden Elektroden nicht gleich, sondern an dem nach der Peripherie hin gelegenen Reizorte geringer ist als an dem centralen. Es hängt dies wohl von der Gestalt des zur Einführung der (Faden-) Elektroden benützten Armgliedes ab, dessen Querschnitt nach der Schere hin beträchtlich zunimmt. Es gelingt den erwähnten Unterschied auszugleichen oder sogar in das Gegentheil zu verkehren, wenn man die Fäden möglichst nahe dem an der inneren Kante des betreffenden Gliedes verlaufenden Nerven durchzieht oder überhaupt ein mehr basalwärts gelegenes Armglied zur Reizung benützt.

Jeder Zweifel bezüglich der Giltigkeit des Pflüger'schen Erregungsgesetzes für die Nerven des Schliessmuskels sowohl, wie für jene des Öffnungsmuskels lässt sich übrigens in einfachster Weise durch später noch zu erwähnende Versuche mit Ausschaltung der central gelegenen Elektrode ausschliessen.

Während an tonusfreien, in der angegebenen Weise behandelten Präparaten die Folgeerscheinungen der Reizung mit Kettenströmen sich im Ganzen ziemlich gleichförmig gestalten, herrscht bei aller Gesetzmässigkeit im Einzelnen eine überraschende Mannigfaltigkeit der Reizerfolge, wenn es sich um Präparate eines der beiden Scherenmuskeln mit mehr oder weniger entwickeltem Tonus handelt. Bei dem Umstande, dass dann, wie schon erwähnt wurde, jede einzelne Reizung den betreffenden Muskel in gerade entgegengesetztem Sinne zu beeinflussen vermag und, wie gezeigt werden soll, auch thatsächlich gegensinnige Gestaltveränderungen hervorbringt, indem je nach dem Zustande des Präparates, sowie der Stärke und Richtung des Reizstromes, bald die Wirkungen der Erregung bald die Folgen der Hemmung überwiegen, erscheint dies leicht begreiflich.

Ist der Tonus des Schliessmuskels sehr kräftig entwickelt, was besonders nach längerem Verweilen der Krebse im Wasser von niedriger Temperatur (0—10° C.) der Fall zu sein pflegt, so gelingt es oft nicht, eine Stromstärke zu finden, bei welcher

Schliessung in aufsteigender oder absteigender Richtung zu einer Öffnung der Schere durch Erschlaffung des Muskels führt. Da sich unter diesen Umständen auch eine wirksame Erregung nicht zu äussern vermag, es sei denn, dass man die bewegliche Scherenbranche über Gebühr belastet und den Muskel auf diese Weise gewaltsam dehnt, so bleibt dann in vielen Fällen die Reizung scheinbar gänzlich wirkungslos. Bisweilen gelingt es jedoch, bei einer gewissen mittleren Stromstärke eine auffallend verspätete Erschlaffung des Muskels zu erzielen, die leicht ganz übersehen werden kann, wenn man den Stromkreis nicht hinreichend lange geschlossen lässt. Dieser Hemmungserfolg macht sich unter Umständen erst mehrere Secunden nach Schliessung des Stromes bemerkbar (Taf. II, Fig. 7).

Um die gesetzmässige Abhängigkeit der Hemmungs- und Erregungswirkungen des Kettenstromes von dessen Richtung und Stärke zu übersehen, erscheinen jene Präparate des Schliessmuskels am geeignetesten, welche sich in einem mittleren tonischen Contractionszustande befinden und daher beiderlei Folgewirkungen der Erregung durch entsprechende Gestaltveränderungen verrathen können.

Reizt man dann bei zunehmender Stromesintensität abwechselnd mit auf- oder absteigendem Strome oder bei unveränderter Stromesrichtung, wie dies in den Taf. I, Fig. 1 und 2 dargestellten Versuchsreihen geschehen ist, so treten in der Regel auf den ersten Blick gewisse charakteristische Eigenthümlichkeiten der Reactionsweise hervor, welche mit Berücksichtigung früherer Erfahrungen über die Erfolge tetanisirender Nervenreizung den Schliessmuskel auf das schärfste von dem Öffnungsmuskel zu unterscheiden gestatten.

Überblickt man zunächst die ganze Reihe der betreffenden Curven, so fällt sofort auf, dass bei Präparaten des ersterwähnten Muskels schwächere und mittelstarke Ströme vorwiegend hemmend wirken, während bei Anwendung starker Ströme die Folgen der Erregung überwiegen, beziehungsweise allein sich geltend machen. Es äussert sich dies einerseits in dem Umstande, dass die stets dem Momente der Schliessung entsprechende Verstärkung des Tonus, also die Verkürzung des Muskels, bei wachsender Reizstärke bis zu einer gewissen oberen Grenze,

welche in Folge der mechanischen Bedingungen des Versuches vielleicht nicht dem erreichbaren Maximum der Contraction entspricht, zunimmt, während anderseits auch die Dauer des Schliessungstetanus wächst, wodurch es bedingt wird, dass die bei jeder Einzelreizung deutlich hervortretende Hemmung (Erschlaffung) sich umso später nach Beginn der Reizung (Schliessung) geltend macht, je stärker der benützte Strom war.

Fasst man demnach nur die aufeinander folgenden Veränderungen der Verkürzungserscheinungen ins Auge, so kann man von einem allmählichen Übergang an Höhe zunehmender, mehr weniger gedehnter Zuckungen in einem ausgeprägten, lang anhaltenden Schliessungstetanus sprechen und bemerkt dann sofort die Übereinstimmung mit dem Verhalten des erschlafften tonusfreien Muskels unter gleichen Verhältnissen. Nicht selten kommen letzterenfalls bei einer gewissen Stromstärke Schliessungszuckungen von auffallender Kürze vor, deren Curve durch einen sehr spitzen Gipfel sich auszeichnet und ich möchte die Vermuthung aussprechen, dass es sich hier um die Folgenwirkung einer rasch nach der Schliessung zur Geltung gelangenden Hemmung handeln dürfte, da sonst in der Regel der Verlauf der Schliessungszuckungen ein gedehnter zu sein pflegt.

Anfang und Ende einer Versuchsreihe an einem tonischen Schliessmuskel sind gewöhnlich durch einsinnige (und zwar gerade entgegengesetzte) Reizerfolge gekennzeichnet, während zahlreiche und mannigfaltige Übergänge doppelsinniger Wirkungen dazwischen liegen, die je nach der Stromstärke durchaus gesetzmässige Beziehungen in dem gegenseitigen Verhältnisse zwischen Erregung und Hemmung, Contraction und Erschlaffung erkennen lassen.

Ausnahmslos und in Übereinstimmung mit allen früheren Erfahrungen zeigt sich, dass einsinnige Hemmungswirkungen bei indirecter Reizung des Schliessmuskels mit Kettenströmen, nur bei verhältnissmässig geringer Intensität der letzteren hervortreten, während sehr starke Ströme ausschliesslich erregend wirken; wenigstens gilt dies während der ersten Zeit nach der Schliessung.

Es ist mit Rücksicht auf die noch mitzutheilenden Erfahrungen an dem Öffnungsmuskel der Krebsschere besonders

hervorzuheben, dass, sobald einmal der Reizstrom eine genügende Intensität besitzt, um eine merkliche Verstärkung des bestehenden Tonus bei der Schliessung hervorzurufen, diese unter allen Umständen der darauffolgenden, durch Hemmung bewirkten Verminderung des Tonus vorangeht.

An der Curve macht sich jene anfangs nur als kleine Erhebung vor der tiefen Einsenkung bemerkbar, welche der Schreibhebel infolge des durch Hemmung des Tonus bewirkten Herabsinkens des nach unten gekehrten, frei beweglichen Scherenarmes verzeichnet. Jede folgende stärkere Reizung lässt dann die Folgewirkungen der Erregung immer deutlicher hervortreten, während jene der Hemmung anfangs zwar noch in gleicher Stärke, aber infolge der zunehmenden Dauer des Schliessungstetanus mehr und mehr verspätet zur Geltung gelangen.

Die Curve erhebt sich daher zunächst steil über die anfängliche, dem bestehenden Tonus entsprechende Abscissenlinie, um früher oder später plötzlich tief unter dieselbe herabzusinken (Taf. I, Fig. 1 und 2), worauf sie entweder sofort oder nach einiger Zeit langsamer wieder ansteigt, so dass der Schreibhebel seine Anfangslage oft noch während der Schliessungsdauer, anderenfalls jedoch erst nach Öffnung des Kreises erreicht. Es kommt nicht selten vor, dass bei einer gewissen Stromstärke die Verkürzung des tonischen Muskels bei Schliessung des Kreises der darauffolgenden Erschlaffung, sowohl hinsichtlich der Grösse, als auch bezüglich der Dauer entspricht, so dass der oberhalb der Abscisse gelegene erste Abschnitt der Curve dem unterhalb befindlichen fast vollkommen gleicht. Bei Stromstärken diesseits dieser Grenze pflegt dann im Allgemeinen die zweite Hälfte der Curve zu überwiegen, während jenseits derselben die Wirkungen der Erregung auf Kosten der Hemmungserfolge immer mehr in den Vordergrund treten und daher der erste Abschnitt der Curve charakteristische Bedeutung erlangt.

Die Hemmungswirkungen sind oft so wenig scharf ausgeprägt, dass man sie ohne Kenntniss der Wirkungsweise schwächerer Ströme als selbständige Reizerfolge leicht ganz übersehen und möglicherweise nur als Ermüdungserscheinungen infolge der unmittelbar vorhergehenden Dauererregung auf-

fassen könnte. Dagegen spricht freilich schon der bereits erwähnte Umstand, dass die Wiederentwicklung des in mehr oder weniger hohem Grade gehemmten Tonus in der Regel noch während der Schliessungsdauer erfolgt (Taf. I, Fig. 1), vor Allem aber die Thatsache, dass, wie sich nicht selten zeigt, die Öffnung eines stärkeren Stromes in derselben Weise hemmend wirkt, wie die Schliessung eines schwachen. Man beobachtet dann bei Öffnung des Reizkreises ein ähnliches Absinken der Curve wie vorher, während der Dauer der Schliessung (Taf. I, Fig. 1).

Da im Allgemeinen wesentlich stärkere Ströme erforderlich sind, um einen schon bestehenden Tonus des Schliessmuskels zu verstärken, als um einen tonusfreien zu erregen, so kann es nicht überraschen, dass der Öffnungsreiz ersterenfalls immer erst bei verhältnissmässig hohen Stromstärken wirksam wird und gewöhnlich nur im Sinne der Schliessung schwacher Ströme, d. i. hemmend, wirkt. Ich habe nicht weiter untersucht, ob die Reihenfolge der Gestaltveränderungen auch in diesem Falle bei weiterer Steigerung der Stromesintensität dem geschilderten Verhalten der Schliessungsreizerfolge entspricht, wie es wohl als wahrscheinlich angenommen werden darf.

Es kommt unter Umständen vor, dass Muskeln mit nicht zu stark entwickeltem Tonus nach einer etwas länger anhaltenden Schliessung eines schwachen Stromes, der entweder nur oder doch vorwiegend hemmend wirkt, bei Öffnung des Kreises sich stärker verkürzen, als es dem anfänglichen Tonus entspricht, so dass die Curve sich mehr oder weniger hoch über die ursprüngliche Abscissenlinie erhebt (Taf. I, Fig. 2, *a*, *b*, Fig. 3).

Mit Rücksicht auf andere, schon erwähnte Erfahrungen lässt sich nicht wohl annehmen, dass es sich hier um die Folgen einer Öffnungserregung des Nerven handelt; vielmehr dürfte eine ähnliche Reactionserscheinung des Muskels vorliegen, wie sie an dem Öffnungsmuskel der Krebsschere bei indirecter Erregung mit sehr starken tetanisirenden Inductionsströmen beobachtet wird, wo der anfänglichen Hemmung bei Öffnung des Reizkreises auch eine Erregung folgt. Übrigens zeigt der tonische Contractionszustand sehr erregbarer Präparate auch unabhängig von jeder Reizung oft Schwankungen, welche theils unregelmässig, theils rythmisch aufeinander folgen (Taf. III, Fig. 10 und Taf. I, Fig. 2).

Der Muskel zeigt sich in solchen Fällen selbst schwachen Reizen gegenüber sehr empfindlich und erhebliche Veränderungen des Tonus treten namentlich im Beginne einer Versuchsreihe ein, ohne dass man dieselben immer mit Sicherheit als unmittelbare Folgewirkungen einer vorhergehenden Reizung bezeichnen kann.

Von Interesse sind endlich auch jene Fälle, wo es während der Schliessungsdauer des Stromes zu einem rhythmisch wiederholten Zustandswechsel des Muskels kommt, ein Verhalten, welches an die seinerzeit von mir beschriebenen rhythmischen Contractionen direct gereizter Froschmuskeln während constanter Durchströmung erinnert, obschon die Entstehungsbedingungen in beiden Fällen wesentlich verschieden sein dürften.

Wenn, wie die vorstehend geschilderten Versuchsergebnisse lehren, das Verhalten des tonisch verkürzten Schliessmuskels bei Reizung des Nerven mit Kettenströmen dadurch charakterisirt ist, dass mit zunehmender Stromstärke die Hemmungswirkungen gegenüber den Folgeerscheinungen der Erregung mehr und mehr zurücktreten und schliesslich unmerklich werden, ist bei dem durch seinen wesentlich stärkeren und insbesondere viel beständigeren Tonus ausgezeichneten Öffnungsmuskel gerade das Gegentheil der Fall. Dies ergibt sich sofort aus der Vergleichung der unter möglichst gleichartigen Versuchsbedingungen gewonnenen Curvenreihen auf Taf. I, Fig. 1, 2 und Taf. II, Fig. 4, 5, 6, die in mancher Beziehung in geradem Gegensatze zu einander stehen.

Während der Tonus des Schliessmuskels durch die schwächsten, eben wirksamen Ströme in der Regel gehemmt wird, ohne dass eine merkliche Erregung vorhergeht oder im Verlaufe einer längeren Schliessung folgt, besteht die erste Wirkung schwacher Reize bei dem Öffnungsmuskel meist in einer Verstärkung des eben bestehenden Tonus (Taf. II. Fig. 6), und herrscht somit in dieser Beziehung vollständige Übereinstimmung zwischen dem Erfolge der Reizung mit tetanisirenden Wechselströmen und mit dem Kettenstrome. Doch macht sich schon bei geringer Verstärkung des letzteren sowohl im einen wie im anderen Falle als sehr bemerkenswerther Unterschied der Umstand geltend, dass nunmehr jeder Einzelreizung doppelsinnige Wirkungen entsprechen. Während aber bei dem Schliessmuskel die Erregung

der Hemmung stets vorangeht, ist gerade das Gegentheil bei dem Öffnungsmuskel der Fall. In Bezug auf den Moment der Schliessung des Reizkreises tritt demnach hier die Erregung (Contraction), dort dagegen die Hemmung (Erschlaffung) verspätet ein und es ist im einen Falle diese, im anderen jene als primäre Stromeswirkung zu bezeichnen.

Wie bei dem Schliessmuskel die Folgewirkung der Erregung zur Zeit ihres ersten Auftretens als selbständiger Bestandtheil der Curve eben nur angedeutet erscheint, so gilt das Gleiche auch bezüglich des Hemmungserfolges bei indirecter Reizung des Öffnungsmuskels. So zeigt Taf. II, Fig. 4*a* und 6*a* nach einem ganz geringfügigen, im Augenblicke der Schliessung beginnenden Absinken der Curve ein beträchtliches Ansteigen derselben als Folge der nun erst zur Geltung kommenden Schliessungserregung, welche im einen Falle zu einer dauernden Verstärkung des ursprünglich vorhandenen Tonus führte. Derselbe schwache Strom bewirkte hierauf bei der minder günstigen, absteigenden Richtung nur Schliessungserregung ohne vorhergehende Hemmung und wirkte daher im Sinne eines schwächeren Reizes (Fig. 6 *b*). Derselbe gradweise Unterschied der Wirkung beider Stromesrichtungen macht sich in den meisten Fällen mehr oder weniger deutlich bemerkbar, wo abwechselnd mit auf- und absteigendem Strome gereizt wird, nur ausnahmsweise jedoch in dem Masse wie bei dem Taf. III, Fig. 8 dargestellten Versuche, wo derselbe Strom absteigend nur erregend, aufsteigend dagegen nur hemmend wirkte. Bei zunehmender Stärke des Reizes tritt der primäre Hemmungserfolg immer deutlicher hervor, indem einerseits die Curve bei Schliessung des Stromes tiefer absinkt und anderseits um so später wieder zur Abscissenlinie ansteigt, beziehungsweise über dieselbe sich erhebt, je stärker der benützte Strom ist. Sehr deutlich lässt sich dies in den Versuchsreihen 4, 5, 6, Taf. II, erkennen, von denen insbesondere die erste als sehr charakteristisches Beispiel für die Reactionsweise des Öffnungsmuskels bei Reizung mit Kettenströmen gelten darf. Es handelte sich um ein Präparat, dessen Tonus anfangs nur mässig entwickelt, im Verlaufe des Versuches, wie dies ziemlich häufig vorkommt, sehr beträchtlich zunahm, ohne jedoch bei der gewählten Belastung eine maximale Öffnung der Schere zu verursachen.

Es konnten sich daher auch an den verzeichneten Curven nicht nur die Hemmungswirkungen, sondern auch die Folgen der Erregung deutlich ausprägen. Der erste nicht reproducirte Erfolg trat wieder bei Schliessung des aufsteigenden Stromes ein als eine nicht merklich verspätete, etwas gedehnt verlaufende Zuckung, deren Höhe die durch denselben absteigenden Strom bewirkte Schliessungscontraction erheblich übertraf. Schon eine geringe Verstärkung der Stromesintensität lässt dann eine deutliche Schliessungshemmung und dadurch bewirkte Verzögerung der Contraction hervortreten, die weiterhin rasch an Grösse und Dauer zunimmt, wobei der Unterschied der Wirkung beider Stromesrichtungen zu Gunsten der aufsteigenden, immer deutlich bemerkbar bleibt. So beträgt bei dem siebenten Reizversuche (Fig. 4 *c*) die Dauer der Hemmung bei Schliessung des aufsteigenden Stromes 4 Secunden, bei absteigender Stromesrichtung dagegen nur 1 Secunde. Dasselbe Verhalten wiederholt sich im wesentlichen auch bei allen folgenden Reizungen, ohne dass es jedoch gelungen wäre, selbst durch den vollen Strom der Batterie die Erregungserscheinungen vollständig zu unterdrücken.

Da bei indirecter Reizung des Schliessmuskels mit nicht zu schwachen Kettenströmen die Hemmung, bei Reizung des Öffnungsmuskels mit starken Strömen dagegen die Erregung mehr weniger verspätet nach der Schliessung sich durch entsprechende Gestaltveränderungen des betreffenden Muskels geltend macht, so kann man bei nicht hinreichend langer Schliessungsdauer in beiden Fällen leicht zu der Annahme verleitet werden, dass es sich nur um einsinnige Reizerfolge handelt. Dies ist bei Präparaten des Öffnungsmuskels besonders dann der Fall, wenn infolge des mangelnden Tonus direct durch Gestaltveränderungen des Muskels erkennbare Hemmungswirkungen fehlen.

Diese verrathen sich dann eben nur durch eine unter Umständen mehrere Secunden betragende Verlängerung des Latenzstadiums, eine Thatsache, welche den betreffenden Curven ein ganz charakteristisches Gepräge verleiht und dieselben sofort als von dem Öffnungsmuskel herrührend erkennen lässt (Taf. III, Fig. 17 und Taf. IV, Fig. 13, 14, 16). Dass es sich dabei wirklich um nichts Anderes, als um die Folge

einer der erregenden Wirkung des Stromes vorausgehenden Hemmung handelt, zeigt sich mit besonderer Deutlichkeit in solchen Fällen, wo bei einer und derselben Stromstärke der Muskel einmal gereizt wird, solange noch ein erheblicher Tonus vorhanden ist und ebenso später in vollkommen erschlafftem Zustande.

In beiden Fällen erscheint dann die Schliessungscontraction in annähernd gleichem Grade verspätet, während aber einmal bei Schliessung des Kreises eine sichtbare Verminderung des Tonus eintritt, verräth sich die Hemmung andernfalls nur durch die entsprechende Verlängerung des Latenzstadiums (Taf. III, Fig. 11 *a*, *b*).

Man ist bei Beachtung dieses Umstandes in der Lage, eine der Erregung vorausgehende hemmende Wirkung des Kettenstromes fast in jedem einzelnen Falle und selbst schon bei Anwendung verhältnissmässig schwacher Ströme nachzuweisen, indem eine schon bei geringer Geschwindigkeit der Schreibfläche merkliche Verzögerung im Eintritte der Verkürzung in der Regel nur bei der geringsten, eben wirksamen Stromstärke fehlt. Im Übrigen fallen begreiflicherweise die Zeitwerthe der Verzögerung bei verschiedenen Präparaten sehr verschieden aus und nehmen in der Regel auch an demselben Präparate bei öfters wiederholter Reizung ab, wenngleich die erregenden Wirkungen des Stromes noch keine Verminderung erkennen lässt.

Gerade wie bei Präparaten des Schliessmuskels je nach dem Zustande derselben der hemmende Erfolg der Reizung manchmal sehr deutlich ausgeprägt erscheint, während er in anderen Fällen ungeachtet der etwa gleichen Entwicklung des Tonus nur angedeutet oder ganz unmerklich ist, ein Verhalten, das wohl in erster Linie auf wechselnde Zustände des betreffenden Muskels zu beziehen sein dürfte, so hat man vielfach auch an dem Öffnungsmuskels Gelegenheit, ähnliche Verschiedenheiten zu beobachten, wiewohl sich die Hemmungswirkungen hier im Allgemeinen mit viel grösserer Sicherheit einstellen als an dem Antagonisten.

Wie oben erwähnt wurde, überwiegt die erregende Wirkung starker Kettenströme bei dem Schliessmuskel so sehr deren hemmenden Einfluss, dass dieser letztere bei starker Reizung nur ausnahmsweise noch zur Geltung gelangt, indem eine vorüber-

gehende Erschlaffung den Schliessungstetanus früher oder später unterbricht. Dies gilt nicht in gleicher Weise für den Öffnungsmuskel, wo selbst bei Anwendung starker Ströme die Hemmung, welche hier bezüglich der Abhängigkeit von der Reizstärke der Erregung des antagonistischen Muskels entspricht, im Verlaufe einer längeren Schliessung fast regelmässig von der darauffolgenden Erregung durchbrochen wird, die wie die Hemmung des Schliessmuskels offenbar erst dann zur Geltung kommen kann, wenn die Stärke des Reizes während der Schliessungsdauer allmälig abnimmt. In diesem letzteren Umstande ist wohl auch hauptsächlich der Unterschied der Reizerfolge bei Anwendung des Kettenstromes und tetanisirender Wechselströme begründet.

Wie bei dem Schliessmuskel, kommt es auch bei dem Antagonisten nicht selten zu Interferenzwirkungen der Erregung und Hemmung und möchte ich es als eine solche bezeichnen, dass der tonusfreie Öffnungsmuskel bei Reizung mit starken Strömen oft schon während des verlängerten Latenzstadiums in einem geringen Grade verkürzt erscheint, was sich an den betreffenden Curven (vergl. Taf. III, Fig. 17 und Taf. IV, Fig. 13, 14) durch eine entsprechende Erhebung derselben über die Abscissenlinie verräth.

Die eigentliche Schliessungscontraction erhebt sich dann meist ziemlich steil und steigt nur selten allmälig an. Bisweilen kommt es wohl auch, wenn die Contraction schon während der Periode der vorwaltenden Hemmung beträchtlicher ist, zur Entstehung doppelgipfliger Curven (Taf. III, Fig. 9*a*).

Bezüglich der Öffnungsreizerfolge ist zu bemerken, dass dieselben, wie überhaupt, so auch hier immer erst bei stärkeren Strömen hervortreten als die Wirkungen der Schliessungsreize und wie diese je nach Umständen zu entgegengesetzten Gestaltveränderungen des Muskels führen. Infolge der geringeren Stärke des Öffnungsreizes wirkt derselbe jedoch in der Mehrzahl der Fälle auf den Öffnungsmuskel nur erregend und erreicht selten genügende Stärke, um Hemmung eines vorhandenen Tonus zu bewirken. Kommen jedoch in einem solchen Falle die erregenden Wirkungen des Stromes überhaupt nicht zum Ausdrucke, so kann der Reizerfolg sowohl bei Schliessung wie bei Öffnung des

Kreises in einer vorübergehenden Erschlaffung des tonisch verkürzten Muskels bestehen; die Curve bildet dann zwei Einsenkungen, deren eine bei der Schliessung beginnt und sich noch während der Schliessungsdauer wieder ausgleicht, während die andere kleinere der Öffnung des Reizkreises entspricht (Taf. II, Fig. 5 *a*, *b*).

Mit Rücksicht auf die doppelsinnigen, theils hemmenden, theils erregenden Wirkungen der Reizung mit Kettenströmen bei beiden Muskeln der Krebsschere erschien die Untersuchung der Frage von Wichtigkeit, ob unter der Voraussetzung rein polarer Wirkungen des Stromes, beiderlei Erfolge einerseits bei der Schliessung, anderseits bei der Öffnung von derselben Elektrode ausgehen oder ob etwa in dieser Beziehung ein Gegensatz zwischen den Auslösungsbedingungen der Erregungs- und Hemmungserfolge besteht.

Für den tonusfreien Schliessmuskel habe ich bereits in einer früheren Arbeit[1] gezeigt, dass die erregenden Wirkungen hinsichtlich ihrer Entstehung durchaus dem Pflüger'schen Gesetze entsprechen, indem sowohl bei Anwendung sehr starker Ströme, wie auch nach Ausschaltung des Einflusses der centralwärts gelegenen Elektrode durch partielle Abtödtung des Nerven der absteigend gerichtete Strom nur bei der Schliessung, der aufsteigende dagegen nur bei der Öffnung des Kreises erregend wirkt.

Da ersterenfalls wegen der sehr bedeutenden Widerstäude im Reizkreise und der geringen Dichte innerhalb der durchflossenen Strecke der Strom eine sehr beträchtliche Intensität besitzen muss, um mit Beibehaltung unpolarisirbarer Elektroden der dritten Stufe des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes entsprechende Reizerfolge zu erzielen, so ist das zweite oben erwähnte Verfahren im Allgemeinen vorzuziehen.

Mit Hilfe desselben lässt sich in einfacher Weise bei beliebiger Intensität des Stromes für den Schliessmuskel sowohl, wie für den Öffnungsmuskel der Beweis liefern, dass in der That nicht nur die erregenden Wirkungen, sondern auch die Hemmungserfolge bei der Schliessung von

[1] Diese Beiträge XIX.

der Kathode, bei der Öffnung dagegen von der Anode ausgehen.

Es genügt hiezu den Scherennerven in der Nähe der centralwärts gelegenen Elektrode zu durchschneiden oder ein entsprechendes Stück desselben von vorneherein durch Erwärmen (Eintauchen des Scherenarmes in heisses Wasser bis in die Nähe der Reizstrecke) abzutödten. Dabei leidet freilich bisweilen der Tonus des betreffenden Muskels, so dass es nicht immer gelingt, durchaus befriedigende Resultate zu erzielen, die jedoch in anderen Fällen vollkommen beweisend ausfallen (Taf. III, Fig. 9, 12 und Taf. IV, Fig. 13, 14).

Für die theoretische Auffassung der merkwürdigen Erfolge elektrischer Reizung des Scherennerven, wie sie theils hier, theils in meiner ersten Arbeit geschildert wurden, würde es von grösstem Interesse gewesen sein, die Wirkung der directen Reizung mit Ausschluss der Nerven an beiden antagonistischen Scherenmuskeln untersuchen zu können. Leider waren in dieser Beziehung alle meine Bemühungen erfolglos, da auch bei neuerdings wiederholten Versuchen die Curarevergiftung sich als nicht oder doch nicht sicher wirksam erwies. Gleichwohl lieferten diese Versuche nach anderer Richtung hin einige bemerkenswerthe Resultate, deren Erörterung den Inhalt des folgenden Abschnittes bildet.

## II.

Meine Bestrebungen, eine möglichst vollständige Curarewirkung beim Krebs zu erzielen, führten mich neuerdings zur Untersuchung der galvanischen Erscheinungen an den Scherenmuskeln bei tetanisirender Reizung der Nerven mit inducirten Wechselströmen, wobei ich hauptsächlich das Ziel verfolgte, die betreffenden Wirkungen, welche ich früher nur an dem hiezu am besten geeigneten Schliessmuskel beobachtet hatte, womöglich auch an dem Öffnungsmuskel zu untersuchen. Die Hoffnung, hier zum Ziele zu gelangen, war allerdings, wenigstens bei unserem Flusskrebs gering, obschon ich glaube, dass derartigen Versuchen an grösseren Crustaceen keine besonderen Schwierigkeiten entgegenstehen dürften. Es stellte sich denn auch bald heraus, dass der in Rede stehende Muskel selbst bei den grössten

Exemplaren des Flusskrebses zu klein ist, um an demselben analoge Versuche wie an dem mächtigen Schliessmuskel in einwandfreier Weise anstellen zu können. Dagegen ist es mir gelungen, an diesem letzteren einige Erscheinungen, die ich schon früher gelegentlich beobachtet hatte, deren Entstehungsbedingungen festzustellen mir jedoch damals nicht glückte, sicher zu beherrschen und dadurch einen weiteren und, wie ich glaube, nicht unwesentlichen Beitrag zur Kenntniss der verwickelten Innervationsverhältnisse der Scherenmuskeln zu liefern.

Die Versuchsanordnung war im wesentlichen dieselbe wie früher;[1] nur die Art der Ableitung vom Muskel habe ich neuerdings verändert. Da die einzelnen Bündel des letzteren fast von der ganzen Innenfläche des breiten Theiles der Schere entspringen und von allen Seiten nach der blattförmigen Sehne hin convergiren, so liegt hier im ganzen ein ähnliches Verhältniss vor, wie an dem sehnigen Theile des *M. gastrocnemius* vom Frosche. An welcher Stelle der Scherenbasis man auch immer die Schale entfernt, immer liegen künstliche Querschnitte der Muskelbündel vor und nirgends tritt die unversehrte Oberfläche (der „natürliche Längsschnitt“) allein zu Tage. Es erscheint unter diesen Umständen am zweckmässigsten, einerseits von einer verletzten Stelle im Bereiche jenes Theiles der Schere abzuleiten, innerhalb dessen die Fasern des Schliessmuskels entspringen, wobei es auf die Lage der betreffenden Stelle im Allgemeinen nicht ankommt und sich anderseits des in elektromotorischer Hinsicht indifferenten Gewebes zur Ableitung von den unversehrten Theilen des Muskels zu bedienen, welches das Innere der hohlen Scherenbranchen ausfüllt und gewissermassen als eine Verlängerung der Sehne angesehen werden kann.

Man erreicht dadurch einmal den Vortheil, dass die eine Ableitungsstelle wirklich elektromotorisch indifferent ist, indem der Muskel nur an einer begrenzten Stelle verletzt wird, während anderseits infolge des Erhaltenbleibens seiner normalen Insertion an dem beweglichen Scherenarme irgend erhebliche Verschiebungen durch Gestaltveränderungen so gut wie gänzlich

[1] Diese Beiträge. XX.

ausgeschlossen sind, wenn man die Schere entweder geschlossen oder auch in Öffnungsstellung fixirt.

Ich habe in der Regel in der Nähe der Scherenbasis ein kleines Stück der Schale von der äusseren Kante her nach der Innen- oder Aussenfläche hin mittels einer Knochenzange weggebrochen, nachdem zuvor der Öffnungsmuskel, um jede mögliche Complication zu vermeiden, ganz entfernt worden war, was leicht gelingt, wenn man die Schale längs des Innenrandes in einer der Länge und Breite des Muskels entsprechenden Ausdehnung öffnet, die Sehne an der Insertionsstelle durchschneidet, mit einer Pinzette fasst und den Muskel nun einfach herauszieht. Er löst sich dabei glatt von dem Schliessmuskel ab. Die zweite zur Ableitung des Demarcationsstromes dienende kleinere Öffnung wurde ebenfalls am Aussenrande, etwa der Mitte der unbeweglichen Scherenbranche, entsprechend angelegt, da hiedurch die Möglichkeit gegeben erscheint, gleichzeitig auch die Gestaltveränderungen des Schliessmuskels durch die Bewegungen des anderen frei eingelenkten Scherenarmes zu erkennen. In der Regel wurde jedoch die Schere vollständig fixirt, indem die Spitzen beider Branchen in einem Muskelhalter festgeklemmt wurden. Die Reizelektroden (Platinspitzen) wurden wie früher durch das längste Glied des Scherenarmes nahe dem Aussenrande durchgestochen und dienten zugleich zur Fixirung dieses Theiles des Scherenfusses.

Ich brauche wohl kaum besonders hervorzuheben, dass ich die Lage der dem künstlichen Querschnitt entsprechenden Ableitungsstelle in der verschiedensten Weise veränderte, ohne dadurch das Resultat der Versuche irgend zu beeinflussen.

Bei der beschriebenen Versuchsanordnung verhält sich natürlich die der Scherenbasis nähere Ableitungsstelle immer negativ zu der entfernteren. Ich habe es in einigen Fällen auch mit Erfolg versucht, durch die Schale hindurch vom Muskel abzuleiten, indem ich an den Stellen der Schale, die sonst entfernt werden, einen stark erhitzten Metallstift aufsetzte und so einen „thermischen Querschnitt“ der darunter liegenden Muskelbündel erzeugte. Infolge des erheblich grösseren Widerstandes fällt dann selbstverständlich die Ablenkung am Galvanometer entsprechend geringer aus.

Alle Fehlerquellen, welche möglicherweise bei meinen ersten Versuchen noch in Betracht kommen konnten, wie insbesondere Verschiebungen des der Quere nach ganz durchschnittenen Muskels innerhalb der Schale und dadurch bewirkte Veränderungen der Ableitungsbedingungen während der Reizung, sind bei dem neuen Verfahren gänzlich ausgeschlossen und wenn sich demungeachtet hier wie dort dieselben Unregelmässigkeiten der elektromotorischen Wirkungen bei verschiedenen Präparaten zeigen, so kann dies keinesfalls auf Versuchsfehler bezogen werden, sondern muss nothwendig in wechselnden Zuständen des Präparates selbst, sei es des Muskels oder des Nerven oder beider bedingt sein.

Da der tonisch verkürzte Schliessmuskel bei schwacher tetanisirender Reizung des Nerven in der Regel erschlafft, bei Anwendung stärkerer Ströme dagegen erregt wird, so war auf Grund der bisherigen Erfahrungen zu erwarten, dass ersterenfalls bei Untersuchung mittels des Galvanometers eine positive Schwankung des Muskelstromes, andernfalls aber eine negative als Begleiterscheinung der betreffenden Gestaltveränderungen hervortreten würde. In diesem Sinne glaubte ich seinerzeit die Mehrzahl derjenigen galvanischen Erscheinungen deuten zu dürfen, welche man an frischen Präparaten des Schliessmuskels unter den erwähnten Verhältnissen zu beobachten Gelegenheit hat. Es schienen demzufolge die elektromotorischen Wirkungen der Reizung im Allgemeinen mit den mechanischen Reizerfolgen in Übereinstimmung zu stehen, wofür unter Anderem auch die Thatsache sprach, dass die positive Schwankung des Muskelstromes an Präparaten mit stark entwickeltem Tonus in der Regel stärker hervortrat als sonst. Unter der grossen Zahl von Versuchen waren mir jedoch schon zu jener Zeit häufig Fälle vorgekommen, welche zu der erwähnten Annahme nicht ganz stimmten und es zweifelhaft erscheinen liessen, ob wirklich ein strenger Parallelismus zwischen den mechanischen und elektrischen Wirkungen der Reizung besteht.

So stellte sich heraus, dass die positive Schwankung oft viel länger beobachtet werden kann, als es anderen Erfahrungen zufolge gelingt, die hemmende Wirkung der Nervenreizung durch sichtbare Gestaltveränderungen des Muskels nachzuweisen.

Anderseits erscheint bisweilen die positive Schwankung ungeachtet eines stark entwickelten Tonus nur angedeutet oder fehlt sogar vollständig, so dass es bei allen überhaupt wirksamen Stromstärken immer nur zu einer negativen Schwankung des Muskelstromes kommt. Endlich sind auch noch Versuche mit Curarevergiftung zu erwähnen, bei welchen sich herausstellte, dass ungeachtet des in der Regel sehr verminderten Tonus die positive Schwankung doch gewöhnlich stärker ausgeprägt erscheint als an normalen unvergifteten Präparaten unter sonst gleichen Umständen; sie tritt übrigens in diesem Falle meist noch bei einer Stromstärke hervor, wo sonst die negative Schwankung immer schon überwiegt.

Vor Allem jedoch forderte der Umstand, dass der curarisirte Schliessmuskel in einigen wenigen Fällen selbst bei stärkster Reizung des Nerven bei übergeschobenen Rollen des Schlittenapparates nur einsinnig positive Schwankung oder höchstens einen kurzen negativen Vorschlag zeigte, zu einer erneuerten eingehenden Untersuchung auf, umso mehr, als es sich zugleich in keinem der erwähnten Fälle um eine vollständige Ausschaltung der erregenden Wirkungen der Nervenreizung durch das Gift handelte, die ja überhaupt nicht erreichbar scheint, sondern jede stärkere Reizung zu tetanischer Verkürzung des Muskels führte. Es schien somit hier der bemerkenswerthe Fall vorzuliegen, dass der Muskelstrom während einer anhaltenden Contraction nicht sowohl eine Verminderung als vielmehr eine Zunahme erfährt, was allen bisherigen Erfahrungen an Nervmuskelpräparaten von Wirbelthieren widerspricht.

Es war daher diese Thatsache vor Allem sicher festzustellen. Bei der oben beschriebenen Art der Ableitung ist es leicht möglich, nicht nur die elektromotorischen Wirkungen der Nervenreizung, sondern auch die Gestaltveränderungen des Muskels entweder in je zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Versuchen oder wohl auch gleichzeitig zu beobachten, in welch letzterem Falle die nach unten gekehrte, bewegliche Scherenbranche nicht mitfixirt, sondern mässig belastet wird, um die Contraction oder Erschlaffung des Muskels anzuzeigen. Es muss dann nur der Pinsel oder die Thonspitze der einen, vom Querschnitte ableitenden Elektrode durch ein in physiologische Kochsalz-

lösung getauchtes Fadenstück verlängert werden, welches hinreichende Beweglichkeit besitzt, um den übrigens geringfügigen Lageveränderungen der blossgelegten Muskeloberfläche folgen zu können.

Man überzeugt sich auf diese Weise leicht, dass die elektrischen Wirkungen der Reizung den mechanischen Erfolgen nur selten genau entsprechen und es gilt dies ebensowohl von curarisirten wie von normalen, unvergifteten Präparaten.

Es zeigt sich zwar in der grossen Mehrzahl der Fälle, dass Anfangs bei schwächster, eben nur wirksamer Reizung einsinnig positive Schwankungen des Muskelstromes eintreten, die bei Zunahme der Reizstärke zunächst doppelsinnig (erst negativ, dann positiv), und endlich rein negativ werden. Allein man überzeugt sich auch oft genug, dass der elektrische Erfolg noch rein positiv oder doppelsinnig sein kann, und zwar im Sinne einer stärkeren positiven Schwankung, während der Muskel schon dauernd tetanisch verkürzt bleibt. Es kommen ferner gar nicht selten Fälle vor, wo der Schliessmuskel sich bei einer gewissen Reizstärke kräftig contrahirt, während die elektrischen Veränderungen äusserst geringfügig erscheinen, indem entweder sichtlich ein Kampf gegensinniger Wirkungen besteht oder überhaupt kein merklicher Erfolg, weder im positiven noch im negativen Sinne zu beobachten ist. Stärkere Ströme bewirken in solchen Fällen gewöhnlich einsinnig negative Ablenkungen, die jedoch meist eine auffallend geringe Grösse zeigen und gewöhnlich von einer starken positiven Nachschwankung nach Beendigung der Reizung gefolgt erscheinen. Diese letztere Wirkung macht sich unter Umständen auch schon bei schwächerer Reizung geltend, indem eine positive Ablenkung bei Öffnung des Reizkreises plötzlich rasch zunimmt, worauf ein sehr langsames Abklingen erfolgt.

Auffallend geringe galvanische Wirkungen oder gänzliches Fehlen derselben, selbst bei starker Reizung, habe ich besonders häufig an Präparaten beobachtet, welche Thieren entnommen waren, die vorher längere Zeit bei sehr niedriger Temperatur (0—5° C.) gehalten wurden. Unter gleichen Umständen tritt in anderen Fällen die positive Schwankung bei schwacher Reizung besonders deutlich und stark hervor. Im Übrigen gestalten sich,

wie schon erwähnt, die Versuchsresultate an Präparaten verschiedener, scheinbar gleich beschaffener Krebse überaus wechselnd und mannigfaltig und es würde schwer sein, ohne Zuhilfenahme graphischer Methoden alle möglichen Einzelnfälle in genügender Weise zu beschreiben. Doch kommt es darauf zunächst auch weniger an als auf die Feststellung der Bedingungen, unter welchen die einen oder anderen Wirkungen ins Übergewicht kommen, beziehungsweise allein hervortreten. Denn nur auf diese Weise kann es gelingen, nähere Aufschlüsse über das Wesen der betreffenden Erscheinungen zu gewinnen.

Der einfachste und sicherste Weg hiezu schien in der Ausschaltung der motorischen Nerven durch Curare gegeben zu sein, und obschon mich bereits frühere Erfahrungen zu der Überzeugung geführt hatten, dass, wenn dieses Gift bei Krebsen überhaupt in gleicher Weise auf den Nerv-Muskelapparat wirkt wie bei Wirbelthieren, der Erfolg doch immer nur ein vergleichsweise höchst unvollständiger ist, so nahm ich in Hinblick auf die wenigen oben erwähnten Ausnahmsfälle, wo in der That nach Curarevergiftung selbst bei stärkster Reizung nur oder doch vorwiegend eine positive Schwankung des Muskelstromes eintrat, die betreffenden Versuche neuerdings wieder auf. Es ist mir nun allerdings geglückt, dieselbe Erscheinung in einer verhältnissmässig grossen Zahl von Versuchen wieder zu beobachten, ohne dass ich jedoch ein Verfahren anzugeben wüsste, bei welchem dies mit vollständiger Sicherheit der Fall wäre. Vor allem scheinen sehr grosse Dosen des Giftes erforderlich zu sein und habe ich in der Regel innerhalb einer Stunde 2—3 Pravaz'sche Spritzen einer etwa einprocentigen Lösung von Curare in physiologischer Kochsalzlösung in den Thorax gespritzt. Untersucht man nach Eintritt der Lähmung, die vorzugsweise centralen Ursprungs zu sein scheint, den Schliessmuskel in der angegebenen Weise, so findet man zwar, wie regelmässig nach Curarevergiftung, die positive Schwankung im Vergleich zu normalen Präparaten stärker entwickelt, doch bleiben Ablenkungen im Sinne einer negativen Schwankung des Muskelstromes bei stärkerer Reizung doch nur selten ganz aus. Bisweilen gelangt man noch zum Ziele, wenn ein derartiges Präparat nach vorläufiger Prüfung der Reizerfolge für einige Zeit in eine etwas verdünntere Curare-

lösung gelegt wird. Unter Umständen bleibt dann selbst bei übergeschobenen Rollen des Inductionsapparates die negative Schwankung ganz aus und erfolgen nur positive Ablenkungen von beträchtlicher Grösse (20—80 Scalentheile), obschon sich der Muskel bei jeder stärkeren Reizung tetanisch verkürzt und daher von einer vollständigen Curarewirkung nicht die Rede sein kann.

Der Umstand, dass bezüglich dieses Versuchsresultates keine vollkommene Sicherheit zu erzielen war, liess vermuthen, dass nebst der wohl zweifellos vorhandenen, die positiven Reizerfolge begünstigenden Giftwirkung noch andere Momente in Betracht kommen müssen, deren Einfluss die erwähnte Unsicherheit bedingte. Ganz entscheidend war hiefür eine Beobachtung, die ich allerdings nur einmal zu machen Gelegenheit hatte, wobei es sich um ein scheinbar ganz normales unvergiftetes Schliessmuskelpräparat handelte, welches bei jeder überhaupt wirksamen Reizstärke stets nur eine einsinnig positive Schwankung ergab, während der Muskel sich doch kräftig contrahirte.

Dieser Verschiedenheit der Versuchsergebnisse, welche immer wieder den Gedanken an die Möglichkeit irgend eines Versuchsfehlers auftauchen liess, wurde schliesslich durch eine Beobachtung ein Ende gemacht, welche mich in die Lage versetzte, die gegensinnigen elektromotorischen Wirkungen jederzeit streng zu sondern und willkürlich entweder nur die einen oder die andern hervortreten zu lassen.

Es war mir aufgefallen, dass Präparate des Schliessmuskels, welche Thieren entnommen worden waren, die nach Injection der Curarelösung sehr lebhafte und andauernde Bewegungen gemacht hatten, welch letztere nicht selten einen fast tetanischen Charakter zeigen, sich in der Regel durch besonders starke Reactionen im Sinne einer positiven Schwankung auszeichneten. Dies, sowie der Umstand, dass auch oft wiederholtes Schliessen der Schere, zu welchem ich die curarisirten Thiere behufs Prüfung der fortschreitenden Giftwirkung häufig veranlasste, in gleichem Sinne günstig zu wirken schien, brachte mich auf den Gedanken, ob nicht etwa die Ermüdung des Schliessmuskels durch einseitige Inanspruchnahme seiner Leistungen die positiven elektrischen Wirkungen ganz unabhängig von der Curarisirung begünstigt. In

der That zeigten die daraufhin angestellten Versuche, dass dies in einem ganz unerwarteten Maasse der Fall ist.

Es gelingt bei frischen, möglichst lebhaften Krebsen leicht und in verhältnissmässig kurzer Zeit, den Schliessmuskel der Scheren soweit zu ermüden, dass eine willkürliche oder reflectorische Contraction desselben nicht oder nur in sehr unvollkommener Weise möglich ist. Man darf sich nur die Mühe nicht verdriessen lassen, durch beständig fortgesetzte Reizung des Thieres (Einschieben fester Körper und später des Fingers zwischen die Scherenbranchen) möglichst oft wiederholte, kräftige Contractionen des betreffenden Muskels anzuregen. Die Anfangs sehr bedeutende Kraft und Ausdauer desselben erlahmt dann überraschend bald; es werden immer längere Ruhepausen erforderlich, um den Krebs zu abermaliger wirksamer Schliessung der Scheren zu veranlassen und schliesslich gelingt dies selbst durch die schmerzhaftesten Eingriffe nicht mehr. Die Schere wird dann höchstens krampfhaft geöffnet und bleibt auch sonst in halbgeöffneter Stellung. Je nach Umständen ist dieser Zustand in $^1/_2$ bis 1 Stunde herbeizuführen. Der Controle wegen habe ich in der Regel gleich Anfangs den einen Scherenarm abgeschnitten und zum Vergleiche aufbewahrt.

Wird nun ein ermüdetes Präparat in der oben angegebenen Weise auf seine elektromotorische Wirksamkeit während der Reizung geprüft, so zeigt sich, dass ausnahmslos jede Spur einer negativen Schwankung fehlt, während starke positive Ablenkungen jede überhaupt wirksame tetanische Erregung der Nerven begleiten. An dem von mir benützten Galvanometer beobachtete ich unter diesen Umständen in der Regel Ausschläge von 40—100 Scalentheilen. Die Wirkung beginnt an verschiedenen Präparaten bei einer ziemlich wechselnden Stromstärke, nimmt dann bei Annäherung der Rollen des Schlittenapparates bis zu einer gewissen Grenze zu, um bei weiterer Steigerung der Reizstärke in der Regel wieder etwas abzunehmen, was vielleicht zum Theil noch als eine Interferenzwirkung der beiden gegensinnigen Reizerfolge gedeutet werden kann, wofür unter Anderem auch der Umstand spricht, dass bei geringeren Graden der Erschöpfung des Schliessmuskels alle nur möglichen Übergänge zwischen doppelsinnigen Wirkungen mit

vorwiegend positiven Ablenkungen, deren Grösse mit wachsender Stromstärke abnimmt und rein positiver Schwankung vorkommen.

Die mehrfach betonte Unabhängigkeit der galvanischen Reizerfolge von gleichzeitigen Gestaltveränderungen des Muskels ergibt sich aus den in Rede stehenden Versuchen mit zweifelloser Sicherheit. In sehr vielen Fällen treten an ermüdeten Präparaten bei starker künstlicher Reizung vom Nerven aus noch mechanische Erfolge ein, die sich durch Verkürzung des Schliessmuskels äussern, welche dann aber nicht von einer negativen, sondern stets von einer positiven Schwankung des Muskelstromes begleitet erscheint. In anderen Fällen wieder fehlen Gestaltveränderungen des Muskels selbst bei stärkster Reizung, während demungeachtet die positive Schwankung in scheinbar unverminderter Stärke hervortritt. Ich hatte Gelegenheit, dieselbe Erscheinung auch einmal an einem Schliessmuskelpräparate von einem Krebs zu beobachten, dessen sämmtliche Muskeln offenbar pathologisch verändert waren und weisslich getrübt, wie gekocht aussahen. Nach der in der früher angegebenen Weise herbeigeführten Ermüdung contrahirten sich die Schliessmuskeln der Scheren selbst bei Reizung der Nerven mit übergeschobenen Rollen auch nicht spurweise, obschon die positive Schwankung des Muskelstromes sehr stark ausgeprägt war. Es ergibt sich daher aus den Versuchen mit voller Bestimmtheit, dass eine positive Schwankung des Muskelstromes als Folgewirkung der Reizung des Nerven nicht nur dann eintreten kann, wenn der tonisch verkürzte Muskel erschlafft, sondern auch wenn er im tonusfreien Zustande keinerlei Gestaltveränderungen bei der Reizung erkennen lässt oder sich dabei sogar verkürzt.

Bezüglich des zeitlichen Verlaufes der positiven Schwankung ist zu erwähnen, dass der Beginn der Ablenkung in der Regel mit dem Anfang der Reizung zusammenfällt, worauf das Scalenbild bei anhaltendem Tetanisiren des Nerven zunächst einige Zeit in maximaler Ablenkung verharrt, um bei Öffnung des Reizkreises mit abnehmender Geschwindigkeit der Ruhelage sich zu nähern, die es jedoch, wenigstens bei den ersten Reizungen nicht vollständig wieder erreicht, so dass der Muskelstrom infolge der Nervenreizung zunächst dauernd zunimmt.

Bewahrt man ein Präparat, das sich in jenem Zustande der Ermüdung befindet, wo jede wirksame Reizung nur zu einer positiven Schwankung des Mukelstromes führt, bei niederer Temperatur länger auf und prüft man von Zeit zu Zeit den Erfolg der Nervenreizung, so findet man, dass die Ablenkungen unter sonst gleichartigen Bedingungen, bei gleichem Rollenabstand und gleicher Schliessungsdauer allmälig geringer werden und unter Umständen sogar ihre Zeichen wechseln, indem bei starker Reizung wieder eine schwache negative Schwankung entweder als Vorschlag zu einer stärkeren positiven Ablenkung oder auch allein hervortritt. Es vermag sich daher ein ermüdetes Muskelpräparat bei längerer Ruhe dem normalen, durch die Doppelsinnigkeit der galvanischen Reizerfolge charakterisirten Zustande bis zu einem gewissen Grade wieder zu nähern. Die erwähnten Veränderungen sind unabhängig von der gleichzeitigen Abnahme des Muskelstromes, die man durch nachträgträgliche weitere Verletzung bisher noch unversehrter Theile des Muskels leicht auszuschliessen vermag. Wenn es, wie die vorstehend mitgetheilten, leicht zu bestätigenden Thatsachen zeigen, gelingt, den Schliessmuskel der Krebsschere einerseits durch anhaltende, erschöpfende Thätigkeit von Seite des Centralorganes und anderseits, wenn auch minder sicher, durch Vergiftung mit Curare in einen Zustand zu versetzen, wo derselbe bei tetanisirender Reizung des zugehörigen Nerven nur positive Schwankung des Muskelstromes zeigt, ist es noch viel leichter, diese letztere Wirkung gänzlich auszuschliessen und bei sonst gleicher Versuchsanordnung nur einsinnig negative Schwankungen zu erzielen. Es ist dies leicht begreiflich, wenn man berücksichtigt, dass die negativen Wirkungen schon unter normalen Verhältnissen beträchtlich überwiegen und die entgegengesetzten positiven nur während eines sehr beschränkten Intervalles der Reizscala rein hervortreten lassen, weiterhin aber vollständig decken.

Um nun diese letzteren auch schon bei schwacher Reizung ganz zu unterdrücken, genügt es in der Regel, die Versuchsthiere vorher während mehrerer Stunden in Wasser von 20—25° C. zu halten oder auch die abgeschnittenen Scheren längere Zeit (etwa 1 Stunde) bei gewöhnlicher Zimmertemperatur im feuchten

Raume liegen zu lassen. Der Schliessmuskel zeigt dann in Bezug auf die bei Nervenreizung zu beobachtenden elektromotorischen Wirkungen ein gerade entgegengesetztes Verhalten, wie nach anhaltender Thätigkeit.

Während der Muskel im einen Falle sowohl bei schwächster wirksamer Reizung der Nerven wie auch bei Anwendung der stärksten Ströme immer nur eine einsinnig negative Schwankung beobachten lässt und sich daher dann wie alle anderen bisher untersuchten, willkürlichen, quergestreiften Muskeln der Wirbelthiere verhält, treten andernfalls an demselben Muskel unter gleichen Bedingungen der Reizung und Ableitung gerade gegentheilige elektrische Veränderungen ein, die sich durch eine positive Schwankung des Demarcationsstromes äussern und für welche es bisher nur noch am Herzmuskel der Wirbelthiere eine Analogie zu geben scheint.

Beiderlei gegensinnige Schwankungen des Muskelstromes zeigen, wenn sie unter den oben erwähnten Bedingungen als alleiniger Reizerfolg auftreten, sowohl in Bezug auf ihre Stärke, wie auch hinsichtlich des zeitlichen Verlaufes, einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, welche für die Deutung der Erscheinungen nicht ohne Belang sind. Vor allem fällt auf, dass im einen wie im anderen Falle die Grösse der am Galvanometer zu beobachtenden Ablenkungen fast immer viel bedeutender ist, als unter möglichst gleichartigen Bedingungen bei einem ganz normalen frischen Präparate eines „Kaltkrebses". Während hier die Ausschläge im einen oder anderen Sinne nur selten mehr als 50 Scalatheile betragen, gehören an einem ermüdeten Schliessmuskel positive Ablenkungen von 100 Scalatheilen und noch bedeutendere negative Wirkungen an Präparaten von Warmkrebsen zu den häufigen Befunden. Eine sehr auffallende Thatsache ist ferner am normalen Schliessmuskel das rasche Zurückschwingen des im Sinne einer negativen Schwankung abgelenkten Magneten bei Fortdauer einer stärkeren Reizung, obschon, wie leicht nachzuweisen ist, die tetanische Zusammenziehung des Muskels bei weitem länger anhält. Nicht selten überschreitet dann das Scalenbild sogar den Nullpunkt und bleibt im Sinne einer entgegengesetzten, positiven Schwankung abgelenkt. Ein vorher erwärmtes Präparat verhält sich in dieser

Beziehung wesentlich verschieden: die negative Schwankung erreicht hier rasch ihren grössten Werth und zeigt bei Fortdauer der Nervenreizung nur eine geringe Abnahme. Erst bei Öffnung des Reizkreises kehrt der Magnet in die Ruhelage zurück. Die Erscheinung verläuft also in diesem Falle ähnlich, wie bei quergestreiften Wirbelthiermuskeln.

Es wurde schon oben erwähnt, dass die positive Schwankung des ermüdeten Schliessmuskels anfangs in der Regel zu einer dauernden Verstärkung des Demarcationsstromes führt, während sie sich weiterhin, bei öfter wiederholter Reizung jedesmal langsam aber vollständig ausgleicht. Eine negative Nachschwankung, wie sie häufig an stark curarisirten Präparaten beobachtet wird, fehlt regelmässig am ermüdeten Muskel.

Die nächstliegende Frage, welche sich an das Auftreten der positiven Schwankung bei indirecter, tetanisirender Reizung des Schliessmuskels knüpft, ist die, ob es sich hier um eine ähnliche discontinuirliche Zustandsänderung der Muskelsubstanz handelt, wie bei der die Erregung sonst begleitenden negativen Schwankung. Leider ist es mir nicht gelungen, diese Frage mit Hilfe eines Nervmuskelpräparates vom Frosche zu entscheiden, da es auch unter den günstigsten Umständen nicht möglich scheint, secundäre Zuckung oder secundären Tetanus vom Schliessmuskel aus zu erhalten.

Die Untersuchung der betreffenden Erscheinungen mittels des Capillarelektrometers, zu der ich bisher nicht Gelegenheit fand, dürfte wohl auch hier zum Ziele führen.

Die in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilten Untersuchungen, die freilich nach mancher Richtung hin noch einer Erweiterung bedürfen, gestatten zwar keineswegs eine vollkommen sichere Deutung, bieten aber nichtsdestoweniger einige weitere Anhaltspunkte zur Erörterung der Gründe, welche sich etwa zu Gunsten der einen oder anderen Erklärungsmöglichkeit geltend machen lassen.

Es scheint, dass sich alle bisher beobachteten Folgewirkungen der indirecten Reizung der Scherenmuskeln des Krebses am einfachsten unter der Voraussetzung erklären lassen, dass jeder der beiden Muskeln von zwei functionell verschiedenen, hemmenden und erregenden oder mit Rücksicht auf ge-

wisse, neuerdings von Löwit und Gaskell betonte theoretische Anschauungen, Assimilirungs- und Dissimilirungsnerven versorgt wird, welche bei ihrer Erregung entgegengesetzte Zustandsänderungen der Muskelsubstanz herbeiführen, die sich einerseits durch gegensinnige Gestaltveränderungen, anderseits aber durch gegensätzliche elektromotorische Wirkungen äussern können.

Diese Annahme wird, wie ich glaube, nicht minder durch gewisse anatomische Verhältnisse der Scherennerven[1] als durch die Ergebnisse der physiologischen Untersuchung gestützt. Wenn man annehmen darf, dass die beiden Muskeln selbst untereinander physiologisch gleichwerthig sind, so muss auf Grund der hier mitgetheilten, sowie früherer Beobachtungen nothwendig gefolgert werden, dass die vorausgesetzten, jedem Muskel zugehörigen beiden Nervenfaserarten sich hinsichtlich ihrer Erregbarkeit nicht nur quantitativ verschieden verhalten, indem je nach der Stärke des Reizes die eine Wirkung immer früher als die andere in durchaus bestimmter und gesetzmässiger Weise hervortritt, sondern dass auch qualitative Unterschiede bestehen, indem die Hemmungsfasern des einen Muskels hinsichtlich ihrer Erregungsbedingungen den motorischen Fasern des Antagonisten im Allgemeinen entsprechen.

Dabei bleibt es jedoch vorerst fraglich, ob die beobachteten Verschiedenheiten der Reactionsweise des Schliessungs- und Öffnungsmuskels nur auf entsprechenden Unterschieden der Erregbarkeit der zugehörigen Nervenfasern oder auch der Muskeln selbst beruhen, da es leider nicht möglich ist, die letzteren allein, mit Ausschluss der Nerven zu reizen.

Bei alleiniger Berücksichtigung des eigenthümlichen Gegensatzes, welcher sich bezüglich der Gestaltveränderungen der Scherenmuskeln bei indirecter Reizung mit tetanisirenden Wechselströmen geltend macht, könnte man leicht zu der Annahme geführt werden, dass die hemmenden und erregenden Nerven jedes der beiden Muskeln so zu sagen abgestimmt seien für ganz bestimmte Reizintensitäten, derart, dass bis zu einer gewissen mittleren Stromstärke, bei welcher keiner der beiden

[1] Diese Ber., XCVI., III. Abth., 1887.

Antagonisten irgend erhebliche Gestaltveränderungen zeigt, jede Reizung ausschliesslich eine Erregung des Öffnungsmuskels und gleichzeitig eine Hemmung des Schliessmuskels bewirkt, während umgekehrt stärkere Ströme den ersteren unter allen Umständen unerregt lassen, beziehungsweise nur hemmend einwirken, und nur den Schliessmuskel zur Contraction veranlassen. So wenig nun auch die blosse Berücksichtigung der mechanischen Reizerfolge eine sichere Entscheidung der Frage gestattet, ob das alleinige Hervortreten der einen oder anderen Wirkung in einem gegebenen Falle lediglich darauf beruht, dass die dem gegensinnigen Erfolge zu Grunde liegenden Veränderungen im Muskel überhaupt nicht angeregt wurden, oder ob die beobachtete Wirkung gewissermassen nur die Resultirende von zwei einander entgegengesetzten Processen darstellt, die durch die Nervenreizung zwar gleichzeitig, aber in ungleicher Stärke ausgelöst wurden, so scheinen doch die Erfolge der Reizung mit Kettenströmen mehr zu Gunsten der letzteren Anschauung zu sprechen. Der Umstand, dass eine „indifferente Strecke" der Reizscala in dem früher erwähnten Sinne hier niemals nachweisbar ist, dass ferner der Erfolg der Reizung, abgesehen von den schwächsten, eben wirksamen Strömen, fast regelmässig doppelsinnig erscheint, wobei nur das gegenseitige Verhältniss von Erregung und Hemmung eine gesetzmässige Abhängigkeit von der Stromstärke erkennen lässt, vor allem aber der Umstand, dass, wie gezeigt wurde, beiderlei Wirkungen sehr häufig interferiren, indem (insbesondere bei dem Schliessmuskel) Contraction und Erschlaffung während einmaliger Reizung mehrfach wechseln und der tonusfreie Öffnungsmuskel oft schon unmittelbar nach Schliessung eines starken Stromes während des durch Überwiegen der Hemmung verlängerten Latenzstadiums in mässigem Grade verkürzt erscheint, dürfte nur schwer mit einer anderen Annahme als der erwähnten in Übereinstimmung zu bringen sein.

Ganz entscheidend sind jedoch in dieser Beziehung die oben mitgetheilten Beobachtungen über die elektrischen Veränderungen des gereizten Schliessmuskels.

Die Thatsache, dass unter gewissen Umständen alle überhaupt wirksamen Reize nur zu einer positiven Schwankung des Muskelstromes führen, beweist mit voller Sicherheit, dass die

Auslösung der entsprechenden Veränderungen der Muskelsubstanz nicht nur bei einer bestimmten, geringen Intensität des Reizes erfolgt, sondern dass auch starke Ströme Hemmungswirkungen zu erzeugen im Stande sind, die sich jedoch unter normalen Verhältnissen infolge des überwiegenden Einflusses der gleichzeitig miterregten, motorischen Nervenfasern nicht oder nur in geringerem Maasse zu äussern vermögen. Der bei nicht zu geringer Intensität des künstlichen Reizes zu beobachtende galvanische Erfolg würde demnach in der Regel das Resultat des Zusammenwirkens von zwei gegensätzlichen, gleichzeitig angeregten Processen sein, deren wechselseitiges Verhältniss einerseits von der Stärke der Reizung, anderseits aber von dem jeweiligen Zustande des Muskels abhängig erscheint.

Zu Gunsten der Annahme einer versteckten Doppelsinnigkeit der galvanischen Reizerfolge auch in dem Falle, wo, wie bei starker Reizung des normalen Schliessmuskels, thatsächlich nur einsinnige negative Ablenkungen beobachtet werden, spricht vor allem deren überaus wechselnde Grösse unter annähernd gleichen Versuchsbedingungen. Es erklärt sich dann auch ohne Weiteres die auffallende Thatsache, dass gerade an frischen, sehr lebenskräftigen Thieren entnommenen Präparaten die galvanischen Wirkungen der Reizung oft sehr geringfügig erscheinen und bei einer gewissen mittleren Stromstärke gänzlich fehlen können. Es wird dies immer dann der Fall sein müssen, wenn die beiden entgegengesetzten Processe sich in Bezug auf die dadurch bewirkten elektrischen Veränderungen des Muskels gerade aufheben. Endlich stehen auch die früher erwähnten doppelsinnigen Wirkungen und Interferenzerscheinungen (die positive Nachschwankung und das Oscilliren des Magneten um eine neue Gleichsgewichtslage) mit der obigen Annahme in Einklang. Wenn es sich darum handelt, die einsinnigen, aber entgegengesetzten Wirkungen sehr schwacher und stärkster Reizung zu erklären, so würde ersterenfalls eine leichtere Anspruchsfähigkeit der hemmenden (assimilirenden), anderseits ein Überwiegen der durch die erregenden (dissimilirenden) Fasern im Muskel ausgelösten Processe anzunehmen sein. Zu Gunsten der letzteren Annahme möchte ich insbesondere auch den Umstand geltend machen, dass die grössten Werthe der negativen Schwankung jene der positiven stets erheb-

lich übertreffen, was in gleicher Weise für den normalen wie für den ermüdeten und erwärmten Schliessmuskel gilt.

Wenn schon die bisher erörterten Thatsachen, abgesehen von dem histologischen Verhalten sehr zu Gunsten der Annahme einer räumlichen Sonderung der hemmenden und erregenden Nervenfasern des Schliessmuskels zu sprechen scheinen, so muss doch noch der Umstand besonders hervorgehoben werden, dass es, wie die Erfahrung lehrt, durch künstliche Reizung des Nervenstammes niemals gelingt, jenen Ermüdungszustand des Muskels, in welchem sich derselbe durch eine besondere Disposition für die positiven galvanischen Erfolge auszeichnet, herbeizuführen, während der Versuch niemals fehlschlägt, wenn die Ermüdung durch natürliche Erregung des Nerven von Seite des Centralorganes bewirkt wird. Dieser Unterschied wird jedoch begreiflich, wenn man annimmt, dass letzterenfalls die erregenden Fasern allein, oder doch vorwiegend in Anspruch genommen werden, während bei künstlicher Reizung nothwendig immer beide Faserarten zugleich erregt werden, so dass die im einen und im andern Falle resultirende Zustandsänderung des Muskels auch entsprechend verschieden sein muss.

Besonderer Nachdruck muss schliesslich auch noch auf die Thatsache gelegt werden, dass bei indirecter Reizung des Schliessmuskels (und voraussichtlich dürfte es sich bei dem Öffnungsmuskel ähnlich verhalten) die galvanischen Wirkungen keineswegs in so naher Beziehung zu den mechanischen Reizerfolgen stehen, wie man dies auf Grund zahlreicher Erfahrungen an Nerv-Muskelpräparaten von Wirbelthieren anzunehmen pflegt. Es macht sich vielmehr, wie oben gezeigt wurde, eine sehr weitgehende Unabhängigkeit beider bemerkbar, indem ungeachtet kräftiger Contraction des Muskels der galvanische Erfolg der Reizung unter Umständen nur in geringem Maasse, wenn auch im richtigen Sinne (als negative Schwankung) entwickelt erscheint, in anderen Fällen aber gänzlich fehlen kann oder sogar als positive Schwankung hervortritt. Diese Thatsache nöthigt mit Rücksicht auf die vorstehenden Erörterungen zu der Annahme, dass das gegenseitige Verhältniss der beiden im Muskel gleichzeitig angeregten Processe in Bezug auf den mechanischen Erfolg der Reizung einen andern

Werth besitzen kann, als in Bezug auf die elektromotorischen Wirkungen, indem dort die Folgen der Erregung, hier aber die der gleichzeitigen Hemmung überwiegen, beziehungsweise allein zum Ausdrucke gelangen.

Ich möchte hiebei auf die Analogie hinweisen, welche zwischen diesem Verhalten des Schliessmuskel und gewissen Beobachtungen von Fano[1] am Herzmuskel der Schildkröte zu bestehen scheinen, wo ebenfalls keine vollkommene Übereinstimmung zwischen den Gestaltveränderungen des Muskels und den gleichzeitig zu beobachtenden elektrischen Erscheinungen besteht.

Es ist überhaupt bemerkenswerth, dass, wie insbesondere neuere Untersuchungen von Gaskell[2] zeigen, in mehrfacher Hinsicht Analogien zwischen den Innervationsverhältnissen des Herzmuskels der Wirbelthiere und der Scherenmuskeln des Krebses bestehen, die sich insbesondere in Bezug auf die galvanischen Folgewirkungen der Nervenreizung äussern.

---

[1] G. Fano und V. Fayod, Di alcuni rapporti fra le proprietà contrattile e elettriche degli atri cardiaci. Mantova 1887.

[2] Beiträge zur Physiologie (Festschrift zu Ludwig's siebzigsten Geburtstag 1887) und Journal of Physiol. VII und VIII.

# Erklärung zu den Tafeln.

Die Curven sind theils von dem Schliessmuskel theils von dem Öffnungsmuskel der Krebsschere bei indirecter Reizung mit Kettenströmen gezeichnet, deren Richtung und Intensität durch die beigeschriebenen Pfeile und Zahlen, welche letztere dem jeweils eingeschalteten Rheochordwiderstand entsprechen, ausgedrückt ist. Wo die Zahlen fehlen, wirkte stets der volle Strom der Batterie. Die Zeitmarken entsprechen Secunden. Die durch eine Horizontale verbundenenen senkrechten Striche der oberen Linie bezeichnen die Dauer der Reizung. Die Curven sind sämmtlich von links nach rechts zu lesen.

## Tafel I.

Fig. 1. Schliessmuskel, tonisch; Reizung mit Kettenströmen von zunehmender Intensität. Die Wirkungen der Erregung gewinnen allmählich das Übergewicht über die Hemmungserfolge, (4 Daniell.)

„ 2. Schliessmuskel, tonisch; anfangs unregelmässige spontane Schwankungen. Schwache Reizung wirkt ausschliesslich hemmend, starke zunächst erregend, dann hemmend. (4 Daniell.)

„ 3. Schliessmuskel, tonisch; Hemmung mit darauffolgender Verstärkung des Tonus. (2 Daniell.)

## Tafel II.

Fig. 4. Öffnungsmuskel, tonisch; Reizung mit Kettenströmen von zunehmender Intensität; wachsende Hemmungserfolge als primäre Reizwirkungen. Deutlicher Unterschied der Wirkungsweise des ↑ und ↓ Stromes. (11 Daniell.)

„ 5 und 6. Öffnungsmuskel, tonisch. Reizung wie bei 4). (8 Daniell.)

„ 7. Schliessmuskel, stark tonisch. Verspätetes Eintreten der Hemmung bei schwacher ↓ Reizung. Ausbleiben derselben bei ↑ Stromesrichtung. (3 Daniell.)

## Tafel III.

Fig. 8. Öffnungsmuskel, tonisch ; Unterschied der Wirkung des ↑ und ↓ Stromes, der erstere wirkt stärker und daher hemmend, der letztere umgekehrt (bei RW=20) nur erregend. (8 Daniell.)

„ 9. Öffnungsmuskel, kein Tonus. Wirkung der Abtödtung des centralen Nervenendes. Der ↓ Strom wirkt nur bei der Schliessung,

der ↑ nur bei der Öffnung. Infolge der hemmenden Wirkung stärkerer Reizung erscheint das Latenzstadium der Schliessungserregung bei stärkeren Strömen verlängert oder es tritt wie bei *a* eine absatzweise Contraction ein (durch Interferenz der erregenden und hemmenden Wirkungen). (8 Daniell.)

Fig. 10. Schliessmuskel. Spontane rhythmische Tonusschwankungen.

„ 11. Öffnungsmuskel, geringer Tonus; starke Reizung bewirkt zunächst Hemmung mit darauffolgender Erregung; schwache dagegen nur Erregung; nach einer längeren Pause ist der Tonus verschwunden und starke Reizung bewirkt jetzt nur verspätete Schliessungserregung. (5 Daniell.)

„ 12. Öffnungsmuskel, geringer Tonus. Wirkung der Abtödtung des centralen Nervenendes. (Vergl. Fig. 9). (8 Daniell.)

## Tafel IV.

Fig. 13. Öffnungsmuskel, fehlender Tonus. Abtödtung des centralen Nervenendes. Verspätete Schliessungserregung bei starker Reizung. (8 Daniell.)

„ 14. Ebenso. (8 Daniell.)

„ 15. Öffnungsmuskel, sehr geringer Tonus; Unterschied der Wirkung schwacher und starker Reizung. (8 Daniell.)

„ 16. Öffnungsmuskel, sehr geringer Tonus. Zunehmende Verspätung der Schliessungscontraction bei wachsender Reizstärke. Abnahme der Contractionsgrösse. (6 Daniell.)

„ 17. (Tafel III.) Öffnungsmuskel, fehlender Tonus. Sehr bedeutende Verspätung der Schliessungscontraction bei Reizung mit starkem Strome. (8 Daniell.)

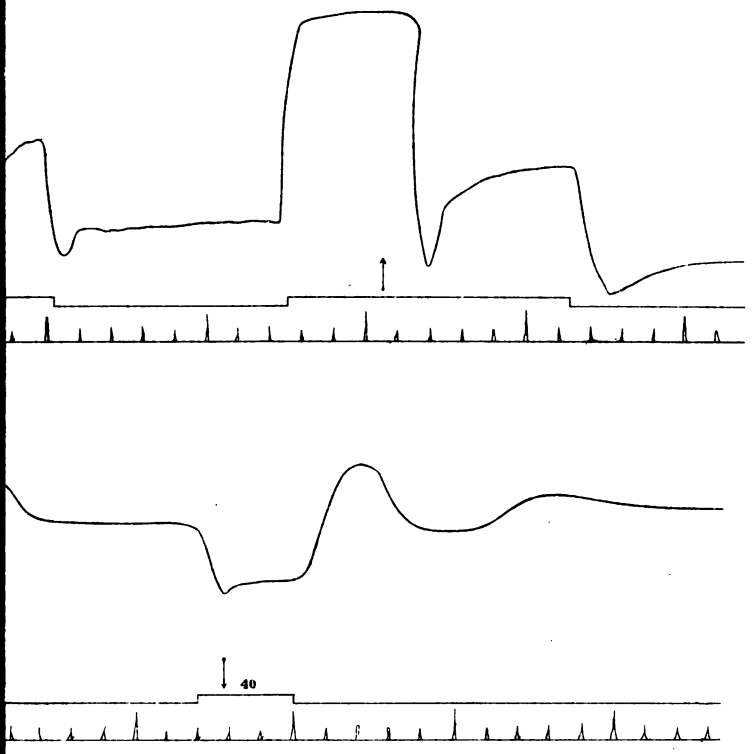
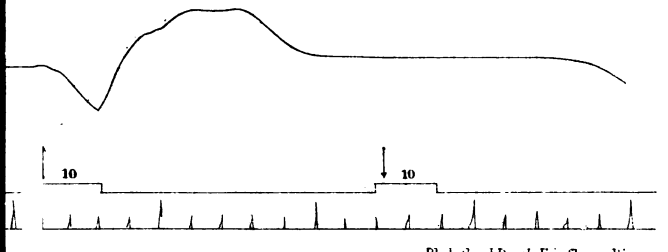



Fig. 3.




Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, Wien.

Fi

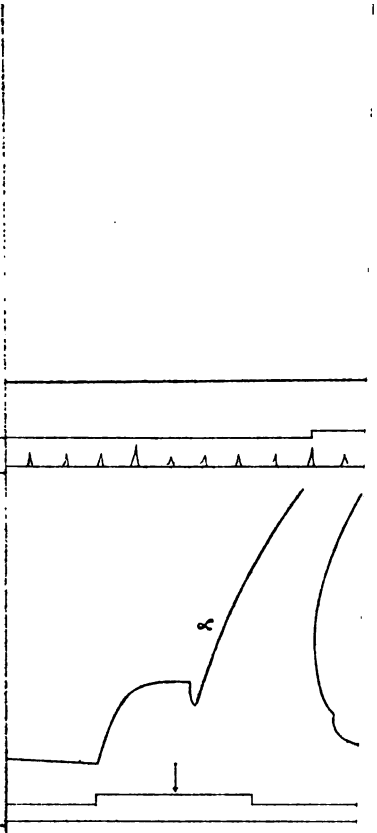
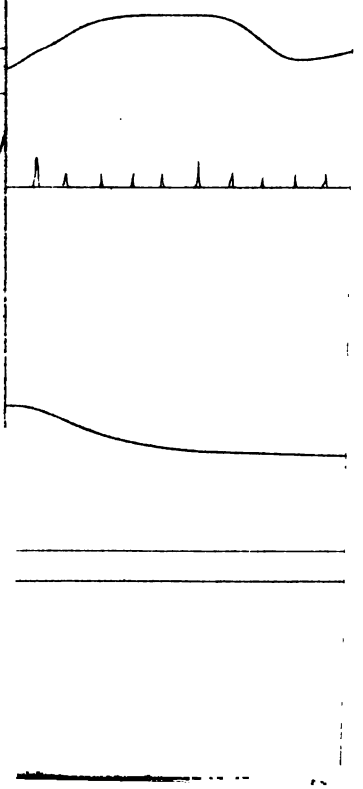
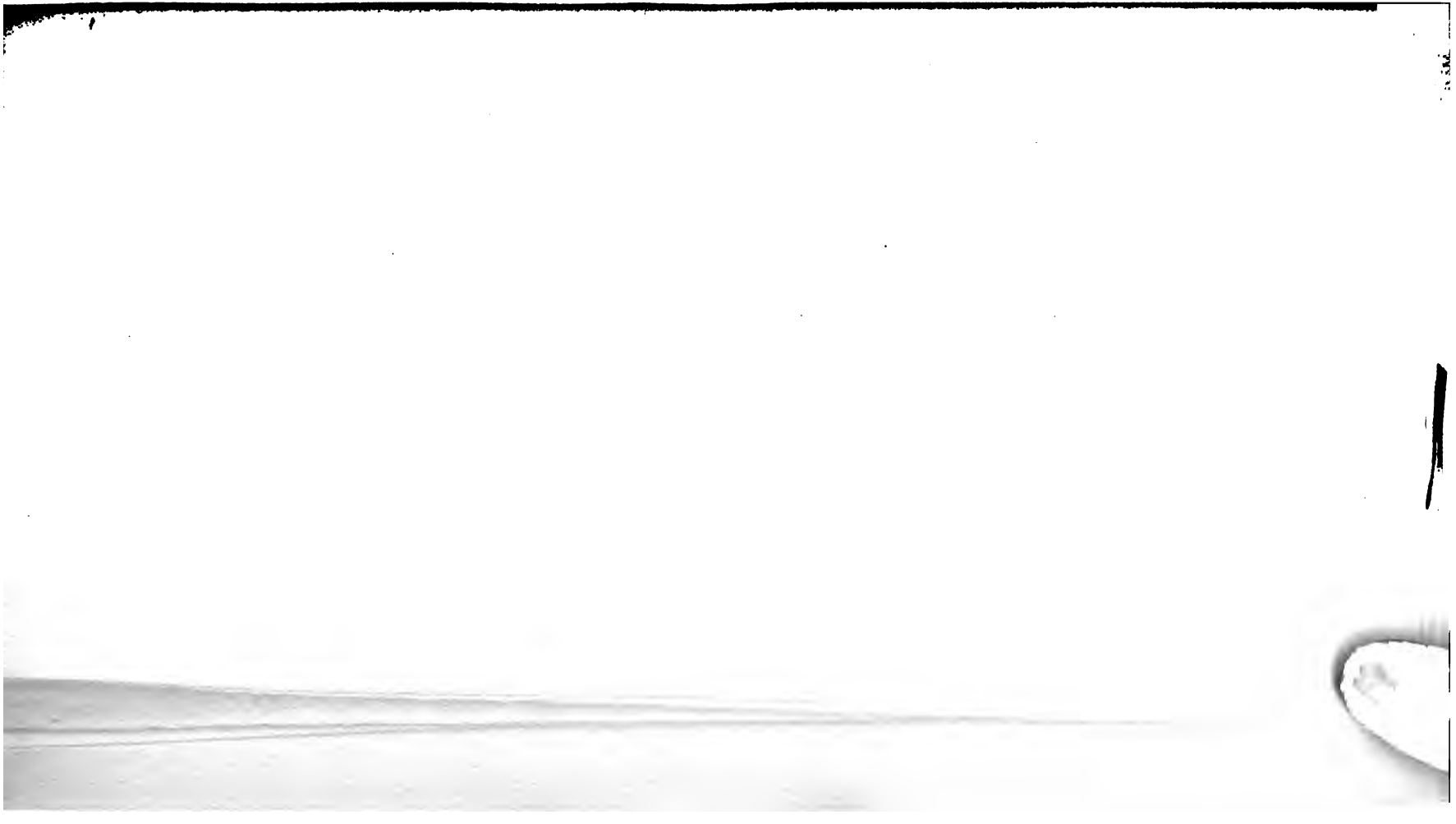
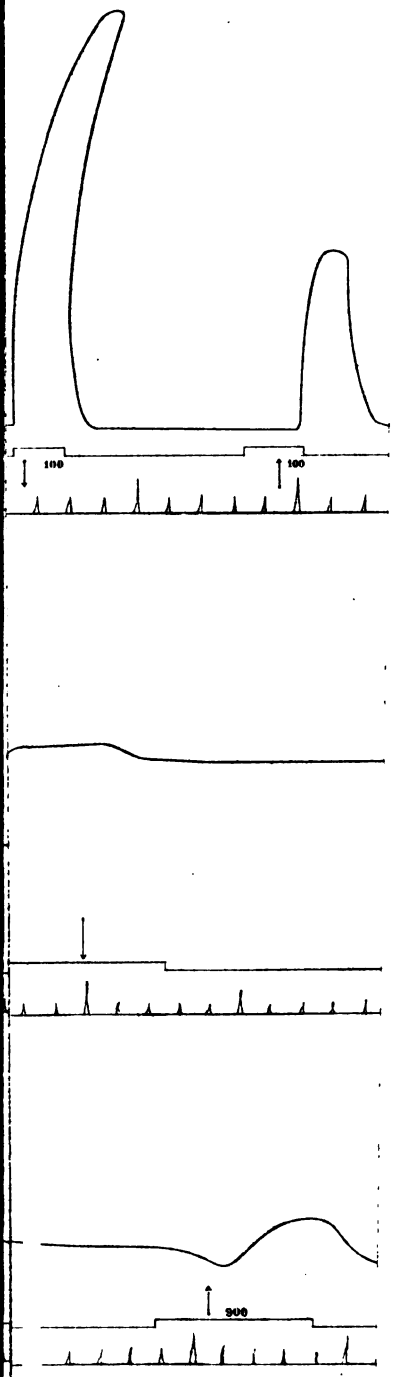



Fig. 10.






100
100
300

## VII. SITZUNG VOM 8. MÄRZ 1888.

Das Vorbereitungs-Comité des Congrès Géologique International ladet die kaiserliche Akademie zur Theilnahme an der vierten Session dieses Congresses ein, welche in den Tagen vom 17. bis 22. September l. J. in London abgehalten werden wird.

Die Colorado Scientific Society zu Denver dankt für die Betheilung mit akademischen Schriften.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Arbeit aus dem physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XXII. Mittheilung. Über die Einwirkung des Äthers auf einige elektromotorische Erscheinungen an Nerven und Muskeln", von Prof. Dr. Wilh. Biedermann.

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung von Prof. Dr. A. Puchta in Czernowitz: „Über die Krümmungscurven auf Röhrenflächen und analogen Flächen" vor.

Ferner legt der Secretär eine hinterlassene Abhandlung von dem verstorbenen Privatdocenten an der k. k. Universität in Wien, Dr. M. Schuster: „Über einen Findling im Basalttuffe von Vicenza" vor.

### Selbständige Werke, oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Holden, E. S., List of Recording Earthquakes in California, Lower California, Oregon and Washington Territory. (Compiled from published Works and from Private Information). Sacramento, 1887; 8°.

# Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

Aus dem physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag.

**Zweiundzwanzigste Mittheilung.**

## Über die Einwirkung des Äthers auf einige elektromotorische Erscheinungen an Muskeln und Nerven

von

**Dr. Wilhelm Biedermann,**

*a. o. Professor der Physiologie.*

Die Beobachtung, welche ich seinerzeit über den Elektrotonus markloser Nerven mittheilte, führen nothwendig zu der Untersuchung der Frage, in wie weit die elektrotonischen Erscheinungen an markhaltigen Nerven Analogien mit den dort beobachteten Verhältnissen zeigen und ob insbesondere auch hier physiologische Zustandsänderungen, welche sich von den Polen her unabhängig von jeder, wie immer gearteten Stromschleifenbildung weiter verbreiten, eine wesentliche Rolle spielen. In erster Linie konnte dies hinsichtlich der galvanischen Erscheinungen zur Seite der Anode vermuthet werden, die bei beiden Nervenarten eine auffallende Übereinstimmung erkennen lassen. Anderseits schien es aber auch kaum zweifelhaft, dass der Erregungsvorgang an sich, welcher bei den marklosen Muschelnerven alle elektromotorischen Wirkungen auf Seite der Kathode verursacht, an den katelektrotonischen Erscheinungen markhal-

Anmerkung. Über die wesentlichen, in der vorliegenden Arbeit mitgetheilten Thatsachen habe ich bereits 1886 auf der Naturforscherversammlung in Berlin in aller Kürze berichtet. Da mich inzwischen andere Arbeiten beschäftigten, unterblieb seither die ausführliche Veröffentlichung.

tiger Nerven mitbetheiligt ist oder doch unter Umständen sein kann.

Man hatte bisher um so weniger Veranlassung, diesen Punkt weiter zu berücksichtigen, als die Dauererregung der Nerven durch den constanten elektrischen Strom, auf die es ja offenbar in erster Linie ankommt, fast allgemein als ein gesetzwidriger, durch abnorme Zustände des Präparates bedingter Reizerfolg angesehen wurde. Auch wendete man die Aufmerksamkeit hauptsächlich Untersuchungen zu, welche es sich zur Aufgabe stellten, die Grundlage für eine physikalische Theorie des Elektrotonus zu schaffen, wodurch das Bestreben, sämmtliche hiehergehörige Erscheinungen nur von einem Gesichtspunkte aus zu erklären, immer mehr Geltung gewann.

Dem gegenüber vertritt Prof. Hering seit lange die Anschauung, dass bei den elektrotonischen Erscheinungen zwei ganz verschiedene Vorgänge zu unterscheiden seien, erstens die physikalische Ausbreitung des Stromes oder der Verlauf der Stromfäden, zweitens die an den Ein- und Austrittsstellen des Stromes (als der Gesammtheit der Stromfäden) in der erregbaren Substanz gesetzten und sich von hier ausbreitenden physiologischen Zustandsänderungen der Nerven, und dass die physikalische Ausbreitung des elektrischen Stromes im markhaltigen Nerven eine ganz andersartige ist, als im marklosen oder im Muskel.

Die wesentlich durch diese Überzeugung veranlassten Untersuchungen des Elektrotonus markloser Nerven boten derselben, wie ich nicht weiter auseinanderzusetzen brauche, die festeste Stütze.

Im Folgenden soll nun zunächst ohne jede Rücksicht auf die herrschenden Theorien des Elektrotonus untersucht werden, ob und in welchem Grade Analogien zwischen den elektrotonischen Erscheinungen an marklosen und markhaltigen Nerven bestehen und ob sich an den letzteren nicht in irgendeiner Weise eine Sonderung der rein physikalischen Phänomene des Elektrotonus von jenen gleichsinnigen, auf das Galvanometer wirkenden Veränderungen des Nerven erzielen lässt, welche man im Gegensatz zu jenen wohl als „physiologischen Elektrotonus“ bezeichnen darf. In ersterer Hinsicht werde ich mich mehrfach auf Thatsachen

zu beziehen haben, welche schon vor längerer Zeit von Prof. Hering zum Gegenstande eingehender, bisher aber nicht veröffentlichter Untersuchungen gemacht wurden. Es betrifft dies insbesondere die elektromotorischen Veränderungen des Froschnerven unter dem Einflusse des constanten Stromes, in möglichster Entfernung von der Reizstrecke und bei Anwendung der schwächsten Ströme. Die Übereinstimmung derselben mit den elektrotonischen Erscheinungen an marklosen Nerven ist unter diesen Verhältnissen eine so auffallende, dass es schon hiernach kaum zweifelhaft erscheint, dass der Elektrotonus markhaltiger Nerven so zu sagen zwei Componenten enthält und demgemäss einer einheitlichen Erklärung nicht zugänglich ist. In Hinblick auf die noch ausstehende Publication von Hering, werde ich auf die betreffenden Thatsachen nur insoweit Bezug nehmen, als es zum Verständniss der Versuche nothwendig erscheint, welche ich mit Rücksicht auf die Frage nach der Möglichkeit einer vollständigen, zeitweisen Ausschaltung des physiologischen Elektrotonus markhaltiger Nerven angestellt habe.

Ich ging bei diesen Untersuchungen von der Überlegung aus, dass, wenn die elektrotonischen Erscheinungen an markhaltigen Nerven wirklich nur durch eine physikalisch zu erklärende Ausbreitung des Reizstromes über die unmittelbar durchflossene Strecke hinaus bedingt würden, die elektromotorischen Veränderungen während und nach der Durchströmung zur Seite der Anode und Kathode im Wesentlichen ungestört bleiben müssten, wenn es gelänge den Nerven mit Erhaltung seiner normalen Structur vorübergehend unerregbar und leitungsunfähig zu machen. Ein geeignetes Mittel hiezu schien in der Anwendung der Anästhetica, insbesondere des Äthers gegeben zu sein, von dem es bereits bekannt ist, dass er bei localer Einwirkung derartige Veränderungen hervorzubringen vermag.[1]

Seit den grundlegenden Untersuchungen Cl. Bernard's[2] sind wir zwar über die anästhesirende Wirkung, welche Äther- und Chloroformdämpfe ganz allgemein auf irritable, thierische und pflanzliche Gebilde ausüben, unterrichtet, gleichwohl schienen

[1] Vergl. Luchsinger & Szpilmann, Pflüger's Arch. XXIV, S. 347 ff.
[2] Leçons sur les Phénomènes de la vie. 1876.

mir aber die betreffenden Thatsachen nach mehreren Richtungen hin einer Ergänzung bedürftig und ich habe daher zunächst die Einwirkung der Ätherdämpfe auf die elektromotorischen Wirkungen des quergestreiften Muskels während der Ruhe und im Zustande der Thätigkeit zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht, über deren Ergebnisse im Folgenden berichtet werden soll, da dieselben mit den später mitzutheilenden Beobachtungen über die elektrotonischen Erscheinungen an narcotisirten Nerven in engstem Zusammenhange stehen.

## I.

Es scheint, dass man bisher allgemein der Ansicht war, dass die Wirkungsweise der Anästhetica (Äther, Chloroform) auf irritable Gebilde sich kurz dahin charakterisiren lasse, dass es sich dabei um eine vorübergehende, aber vollständige Aufhebung der wesentlichsten Lebenseigenschaften, insbesondere der Erregbarkeit und aller durch diese bedingten Erscheinungen handle. Ganz klar spricht sich in dieser Beziehung Cl. Bernard aus[1], indem er folgende Zusammenfassung gibt: „Ces substances jouissent de la faculté de suspendre l'activité du protoplasma, de quelque nature qu' elle soit et de quelque manière qu' elle se manifeste. Tous les phénomenès qui sont véritablement sous la dépendance de l' irritabilité vitale sont suspendus ou supprimés définitivement."

In ähnlicher Weise äussert sich auch J. Ranke,[2] dem wir ausserdem die ersten Angaben in Bezug auf das Verhalten der elektromotorischen Wirkungen (des Ruhestromes) narcotisirter Muskeln und Nerven verdanken. Er fand, dass der Demarcationsstrom im Zustande der Unerregbarkeit nach Chloroform-Äther oder Amyleneinwirkung in normaler Richtung und Stärke fortbesteht. Ranke setzte stets den ganzen, unversehrten Frosch der Einwirkung der Dämpfe der genannten Anästhetica aus und untersuchte in verschiedenen Stadien der Narcose. Als Endresultat der Vergiftung entwickelte sich stets Starre der gesammten Musculatur. Bernard beobachtete dies auch an ausgeschnittenen Frosch-

[1] L. c. (I. Bd.) S. 253.

[2] Centralblatt f. med. Wiss. 1867, S. 209 ff.

muskeln, wenn dieselben in einen mit Ätherdämpfen erfüllten Raum gebracht wurden oder wenn er ätherhaltiges Wasser durch Einstich injicirte. Zuvor trat in beiden Fällen Unerregbarkeit ein, wobei angeblich die Muskelfasern unter dem Mikroskop getrübt erschienen und ihr Inhalt in einem Zustande unvollständiger Gerinnung sich befand.

Ich selbst wurde schon einmal bei anderer Gelegenheit darauf geführt, die Eigenthümlichkeit des Äthers zu benützen, den Muskel vorübergehend unerregbar zu machen, ohne jedoch damals den Gegenstand weiter zu verfolgen. Es handelte sich dabei um den experimentellen Beweis dafür, dass die durch verdünnte Lösungen von Kalisalzen bewirkte, starke Negativität der Substanz quergestreifter Muskeln nicht durch einen localen, dauernden Erregungszustand, sondern durch eine ganz specifische Wirkung der betreffenden Salze bedingt wird. Die erstere Annahme hielt ich dadurch für ausgeschlossen, dass durch Ätherdämpfe unerregbar gemachte Muskeln sich bei gleicher Behandlung ganz ebenso verhielten wie normale.

Das Versuchsobject, dessen ich mich zu jener Zeit, sowie auch bei den hier mitzutheilenden Untersuchungen ausschliesslich bediente, war der M. sartorius des Frosches (zumeist von *R. esculenta*), die Methode der Ätherisirung in beiden Fällen im Wesentlichen dieselbe. Sie bestand einfach darin, das Präparat in einem geschlossenen Raume der Einwirkung von Äther- oder Chloroformdämpfen auszusetzen. Ich muss jedoch auf einige scheinbar geringfügige Umstände aufmerksam machen, welche für das Gelingen der Versuche oft ausschlaggebend sind. So ist vor allem das Verhältniss zwischen der Grösse des Luftraumes und der Menge des darin zu verdampfenden Äthers zu berücksichtigen. Es zeigt sich nämlich, dass, wenn man den Muskel in eine vollständig gesättigte Ätheratmosphäre bringt, alsbald Starre desselben sich entwickelt, während unter sonst gleichen Umständen geringere Äthermengen in einem grösseren Luftraum vertheilt, den Muskel zwar in den Zustand vollkommenster Narcose versetzen, eine tiefer greifende Schädigung desselben aber bei stundenlanger Einwirkung nicht herbeiführen. Daher ist noch darauf zu achten, dass die Oberfläche des Präparates nicht stark benetzt sei, indem auch in diesem Falle leicht Erstarrung, wenigstens der

oberflächlichen Faserschichten eintritt, da die contractile Substanz erfahrungsgemäss gegen länger andauernde Berührung mit einer indifferenten, aber mit Äther oder gar Chloroform gesättigten Flüssigkeit sehr empfindlich ist.

Man muss es sich daher zur Regel machen, den Muskel vor dem Einbringen in die Ätheratmosphäre mit Fliesspapier gehörig abzusaugen. Ich benützte in der Regel einen würfelförmigen Glassturz von 29 *cm* Seitenlänge, so dass nicht nur das Präparat, sondern auch 2 Paar Elektroden (ableitende und Reizelektroden) unter demselben aufgestellt und sämmtliche Versuche vorgenommen werden konnten, ohne den Muskel aus der Ätherkammer entfernen zu müssen.

Aus den vorhin angeführten Gründen dürfen auch die Pinsel der Elektroden, insbesondere derjenigen, welche den Muskel direct berühren, nicht so sehr mit Flüssigkeit getränkt sein, dass dieselbe auf den Muskel überfliessen könnte. Die Menge des zu einem Versuche, dessen Dauer sich oft über eine Stunde erstreckte, verwendeten Äthers (dessen ich mich fast ausschliesslich bediente, da Chloroform allzuleicht schädigend wirkt) betrug durchschnittlich 3 $cm^3$.

Bezüglich der später zu besprechenden Versuche an Nerven erwähne ich noch, dass wegen der geringeren Empfindlichkeit derselben gegen die Einwirkung des Äthers eine andere, viel kleinere Kammer dabei benützt wurde, welche unter einem rechteckigen Glassturz von 19 und 9 *cm* Seitenlänge und 12 *cm* Höhe 4 auf Prismen verschiebbare Elektroden enthielt.

---

Was nun zunächst das Verhalten des Demarcationsstromes narcotisirter Muskeln und Nerven betrifft, so habe ich dem bereits Bekannten kaum etwas Neues hinzuzufügen. Es lassen sich alle diesbezüglichen Thatsachen in dem Satze zusammenfassen, dass die Spannungsdifferenz zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt zu einer Zeit, wo bei dem Muskel die sichtbaren Erregungserscheinungen, bei Nerven die negative Schwankung als Zeichen der fortgeleiteten Erregung gänzlich fehlen, nicht in irgend erheblichem Grade vermindert, ja unter Umständen sogar verstärkt erscheint.

Mit Hilfe der eben beschriebenen Methode lässt sich dieser Satz mit grösster Leichtigkeit beweisen. Um sich während einer Versuchsreihe jederzeit über den Fortgang der Narcose Aufschluss verschaffen zu können, ohne die Ätherkammer entfernen zu müssen, wurden stets zwei, von den zur Bussole ableitenden, möglichst entfernte Reizelektroden dauernd angelegt und mit der secundären Spirale eines Schlittenapparates in geeigneter Weise verbunden. Bei der grossen Beständigkeit des Demarcationsstromes lässt sich der Versuch so anstellen, dass man von vorneherein einen Querschnitt anlegt, den Strom misst und compensirt und nun das Präparat bei unverrückter Lage auf den Bussolelektroden der Einwirkung der Ätherdämpfe aussetzt. Man braucht dann nur von Zeit zu Zeit den Bussolkreis zu schliessen, beziehungsweise den Compensator abzulesen, um etwaige Veränderungen der elektromotorischen Wirkungen zu erkennen. Um die directe Berührung des Querschnittes mit der Pinselelektrode zu vermeiden, wurde in der Regel ein thermischer Querschnitt angelegt und bei dem Muskel der anhängende Knochenstumpf, bei Nerven das abgetödtete Stück zur Ableitung benützt. Die andere Bussolelektrode lag 1—2 *cm* über der Demarcationsfläche. Es bedarf wohl kaum des besonderen Hinweises, dass bei allzulanger Äthereinwirkung der Muskel sowohl, wie auch der Nerv, selbst unter den günstigsten Verhältnissen dauernd geschädigt wird und schliesslich der Starre verfällt, womit selbstverständlich eine starke Abnahme, beziehungsweise ein Erlöschen der elektromotorischen Wirksamkeit Hand in Hand geht. Wann dies eintritt, hängt, abgesehen von dem jeweiligen Zustand des Präparates hauptsächlich von den oben erörterten Versuchsbedingungen, vor allem von der relativen Menge des angewendeten Äthers ab. Unter geeigneten Umständen lässt sich dann selbst nach stundenlanger Einwirkung nur eine sehr geringe Schwächung des Demarcationsstromes, die übrigens nur theilweise der Narcose zugeschrieben werden kann, nachweisen, obschon die Contractilität und das Leitungsvermögen in der Regel schon nach 10—15 Minuten gänzlich erloschen zu sein pflegen. Will man nach Beendigung einer Versuchsreihe die Restitutionsfähigkeit des Präparates einer Prüfung unterziehen, so ist darauf zu achten, dass man insbesondere den Muskel nicht sofort in

physiologische Kochsalzlösung bringt, da in diesem Falle meist rasches Absterben unter den Erscheinungen der Starre erfolgt, sondern man lässt die Erholung am besten in einer geräumigen feuchten Kammer vor sich gehen. Die Ursache, wesshalb die Salzlösung hier schädigend wirkt, dürfte wohl hauptsächlich darin zu suchen sein, dass dieselbe bei ihrem Eindringen Äther absorbirt und dann, wie schon erwähnt wurde, die Starre befördert.

Ich habe es nicht für nöthig gehalten, die Thatsache, dass der Demarcationsstrom von Muskeln und Nerven während der Narcose unverändert bleibt, durch specielle Zahlenangaben zu erläutern, da sich Jeder leicht selbst von diesem Verhalten überzeugen kann. Es scheint jedoch, dass demselben die Aufmerksamkeit bisher nur in geringem Maasse zugewendet wurde, obschon es zweifellos von grossem Interesse ist, insbesondere mit Rücksicht auf die allgemein angenommenen Beziehungen zwischen den elektromotorischen Eigenschaften von Muskeln und Nerven und deren Erregbarkeit. So äussert sich z. B. Hermann[1] dahin, dass alle diejenigen Einflüsse, welche die Erregbarkeit herabsetzen, mögen dieselben das lebende Thier oder den ausgeschnittenen Muskel getroffen haben, schwächend auf den Muskelstrom wirken. Wenn nun in der Äthernarcose ein Muskel, dessen Erregbarkeit anscheinend vollkommen aufgehoben ist, nichtsdestoweniger wie unter normalen Verhältnissen elektromotorisch wirkt, so scheint es kaum zweifelhaft, dass der angeführte Satz ferner nicht aufrecht erhalten werden kann. Man sieht sich vielmehr zu der Annahme gedrängt, dass die Veränderungen der chemischen Thätigkeit der Muskel-, beziehungsweise Nervensubstanz, welche in der Nähe einer Schnittfläche unter allen Umständen angenommen werden müssen, auch während der Äthernarcose in derselben Weise, wie unter normalen Verhältnissen stattfinden können. In gleichem Sinne spricht auch die schon erwähnte Thatsache, dass locale Behandlung mit Kalisalzen in entsprechend verdünnter Lösung auch den Äthermuskel an der betreffenden Stelle negativ macht.

Ich möchte ferner noch darauf hinweisen, dass, wie ich an anderer Stelle zeigte, der quergestreifte Muskel auch eine sehr

[1] Handbuch der Physiologie. I. 1. S. 196.

beträchtliche Menge Wasser aufzunehmen vermag, so dass er bereits stark gequollen erscheint, ohne die Fähigkeit eingebüsst zu haben, im verletzten Zustande elektromotorisch zu wirken. Es lässt dies schliessen, dass es sich in beiden Fällen nicht um eine tiefer greifende Störung der chemischen Constitution der Muskelsubstanz handeln kann, wofür ja wenigstens bei dem ätherisirten Muskel auch das vollkommene Erhaltenbleiben der normalen physikalischen Eigenschaften spricht, zu einer Zeit, wo selbst bei stärkster Reizung keine Spur sichtbarer Gestaltveränderung erfolgt. Bei dem Wassermuskel lässt allerdings die bald eintretende weissliche Trübung und der starreähnliche Zustand des Muskels auf eine erheblichere Veränderung der contractilen Substanz schliessen, die jedoch auch mehr physikalischer als chemischer Natur zu sein scheint, da sich derart veränderte Stellen des Muskels zunächst nicht nur nicht negativ verhalten, wie es sonst erfahrungsgemäss bei allen zu einer dauernden oder auch nur vorübergehenden Schädigung führenden Eingriffen der Fall zu sein pflegt, sondern sogar positiv werden.

Unter solchen Umständen erscheint die Thatsache nicht so befremdend, dass ein Muskel oder Nerv auch in tiefster Narcose oder (wie der erstere) nach reichlicher Wasseraufnahme noch elektromotorisch zu wirken vermag, wenngleich ein Theil der normalen Lebenseigenschaften dadurch wesentlich beeinträchtigt oder gänzlich aufgehoben wird. Denn gibt man zu, dass der „Ruhestrom“ der genannten Gebilde einer partiellen „Alterirung“ derselben seine Entstehung verdankt, so wird man folgerichtig in allen jenen Fällen einen solchen noch erwarten dürfen, wo es sich um Präparate handelt, deren normale, chemische Zusammensetzung nicht wesentlich gestört wurde.

Da nun auch jede irgendwie bewirkte Reizung von Muskeln oder Nerven zu einer vorübergehenden Alterirung und Negativität der erregten Faserantheile führt, so erhebt sich mit Rücksicht auf die eben mitgetheilten Erfahrungen hinsichtlich der elektromotorischen Wirksamkeit der betreffenden Theile während der Ruhe die Frage, ob nicht auch unter dem Einflusse äusserer Reize galvanometrisch nachweisbare Veränderungen der Muskel- oder Nervensubstanz eintreten, die sich nur in Folge der durch die Narcose bewirkten Aufhebung der Contractilität und des Leitungs-

vermögens bei Anwendung der gewöhnlichen Untersuchungsmethoden der Beobachtung entziehen. Besonderes Interesse gewährt diese Frage selbstverständlich mit Rücksicht auf die Wirkungsweise des elektrischen Stromes. Da dieselbe in allen Fällen eine rein polare ist, so war zu untersuchen, ob unter dem Einflusse der elektrischen Erregung auch an einem ätherisirten Muskel nachweisbare Veränderungen an Stelle der physiologischen Pole, der Anode und Kathode, eintreten, oder ob die Reizung, wie es bei alleiniger Berücksichtigung der mechanischen Reizerfolge der Fall zu sein scheint, während der Narcose wirklich ganz wirkungslos bleibt.

Ein sehr erwünschtes Hilfsmittel zur Entscheidung dieser Frage bietet die Untersuchung der secundär-elektromotorischen Erscheinungen, deren grosse Bedeutung für das Studium der elektrischen Erregung aus früheren Mittheilungen hervorgeht. Wir sind dadurch in den Stand gesetzt, ganz unabhängig von der Contractilität und dem Leitungsvermögen des Muskels die durch die Reizung bewirkten Veränderungen am Orte ihrer Entstehung unmittelbar zu erkennen. Der Vortheil, welcher sich hieraus gerade für den hier vorliegenden Zweck ergibt, liegt auf der Hand.

In dieser Beziehung erschien vor allem das Verhalten der von Hering als „positiv anodische Polarisation" bezeichneten Nachwirkung des elektrischen Stromes während der Äthernarcose des Muskels von grösstem Interesse. Wenn es sich hiebei wirklich um eine Folgeerscheinung der Öffnungserregung handelt, was nach den gerade in diesem Punkte übereinstimmenden Untersuchungen von Hering[1] und Hermann[2] wohl nicht bezweifelt werden kann, so musste, falls die Erregbarkeit des Äthermuskels vollständig erloschen ist, der positiv anodische Nachstrom unter denselben Versuchsbedingungen, unter denen er normalerweise beobachtet wird, fehlen, oder doch auf ein Minimum reducirt erscheinen. Da ferner auch der negative, kathodische Nachstrom zum guten Theil dem Nachklingen der Schliessungserregung seine Entstehung verdanken dürfte, und da endlich auch die negativ

[1] Diese Beiträge XII und XIII.
[2] Pflüger's Archiv, XXXIII.

anodische, sowie die nicht in allen Fällen nachweisbare positiv-kathodische Polarisation der Hauptsache nach auf physiologische, durch den Strom bewirkte Zustandsänderungen der Muskelsubstanz zurückzuführen sind, so schien die Erwartung berechtigt, dass sämmtliche secundär elektromotorische Erscheinungen während der Narcose in gleicher Weise beeinträchtigt, beziehungsweise aufgehoben sein werden, wenn gleichzeitig mit der Aufhebung der Contractilität und des Leitungsvermögens auch jede örtliche Reaction bei Einwirkung äusserer Reize während der Dauer der Ätherwirkung ausbleibt.

Es wäre in diesem Falle möglich gewesen durch Anwendung dieses einfachen Kunstgriffes in der sichersten Weise den Antheil, welchen möglicherweise die physikalische Polarisation an dem Zustandekommen der secundär elektromotorischen Erscheinungen besitzt, seiner Grösse und seinem Werthe nach zu bestimmen. Diese Voraussetzung hat sich nun, wie im Folgenden zu zeigen sein wird, als irrig erwiesen, indem die örtliche Reactionsfähigkeit des Muskels durch die Narcose nicht in merklichem Grade beeinflusst wird, soweit sich dies durch galvanometrisch nachweisbare Veränderung zu erkennen gibt.

Bezüglich der Versuchsmethode habe ich nur zu bemerken, dass dieselbe mit der bei früheren Polarisationsversuchen benützten übereinstimmte, mit dem einzigen Unterschiede, dass sich das Präparat, wie auch die zu- und ableitenden Elektroden, innerhalb der oben beschriebenen grösseren Ätherkammer befanden.

Der durch Curare entnervte Muskel (Sartorius) war mittels der anhängenden Knochenstümpfe horizontal zwischen 2 isolirten Klemmenträgern mässig ausgespannt, so dass man eventuelle Gestaltveränderungen bei Schliessung oder Öffnung des Reizstromes noch deutlich wahrnehmen konnte. Abgeleitet wurde in der Regel von der unteren, schmal zulaufenden Hälfte, während die Reizelektroden beiderseits an die Knochen angelegt wurden. Die erste Reizung erfolgte unmittelbar nach dem Einbringen des Präparates in die Ätherkammer, worauf in Zwischenräumen von je 5—10 Minuten die Reizung in ganz gleicher Weise wiederholt wurde. Die Stromstärke und Schliessungsdauer wurden selbstverständlich von vornherein immer so gewählt, dass eine deutliche Wirkung im Sinne der zu beobachtenden Polarisation eintrat.

Die nachstehende Tabelle enthält zwei derartige Versuchsreihen, welche das Verhalten der positiv-anodischen Polarisation während der Äthernarcose des Muskels erkennen lassen. In derselben bedeuten *El* die Zahl der benützten Elemente, *SD* die Schliessungsdauer, *A* die Grösse der Galvanometer-Ablenkung in Scalentheilen bei Ableitung von der anodischen Muskelhälfte.

| Versuchs-Nummer | Zeit der Reizung | *El* | *SD* | *A* | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 4h30' | 2 Dan. | 2 Sec. | +105 | unmittelbar nach Beginn schwache Schliessungszuckung, später keine merkliche Zuckung |
| | 4 45 | „ | „ | +130 | |
| | 5 | „ | „ | +140 | |
| | 5 15 | „ | „ | +140 | |
| | 5 30 | „ | „ | +140 | |
| | 5 35 | „ | „ | — 44 | nach Abtödtung des anodischen Endes |
| II | 3h40' | 2 Dan. | 2 Sec. | +190 | unmittelbar nach Beginn schwache Schliessungszuckung, später keine Spur von Zuckung |
| | 4 | „ | „ | +250 | |
| | 4 10 | „ | „ | +295 | |
| | 4 25 | „ | „ | +293 | |
| | 4 45 | „ | „ | +260 | |

Die Zahlenwerthe der vorstehenden Tabelle lehren nun auf das überzeugendste, dass die Fähigkeit des quergestreiften Muskels bei Reizung mit dem elektrischen Strom einen positiven anodischen Nachstrom von sehr bedeutender Intensität zu liefern, selbst durch eine lange fortgesetzte Ätherbehandlung unter den früher angegebenen Vorsichtsmassregeln nicht nur nicht leidet, sondern zunächst sogar beträchtlich zunimmt, sich dann einige Zeit constant erhält und erst sehr spät wieder merklich abnimmt. Im Übrigen lässt sich zu einer Zeit, wo der ätherisirte Muskel weder bei Schliessung des absteigenden, noch bei Schliessung des aufsteigenden Stromes eine merkliche Gestaltveränderung zeigt, abgesehen von der ver-

schiedenen Stärke, kein erheblicher Unterschied der positiv-anodischen Polarisation gegenüber dem Verhalten derselben unter normalen Verhältnissen erkennen, es sei denn, dass in der Regel das Abklingen des Nachstromes etwas langsamer als sonst erfolgt. Untersucht man in gleicher Weise die negativ kathodische Polarisation des Äthermuskels, so zeigt sich auch diese während der Narcose nicht vermindert.

In beiden Fällen wird jedoch das Zustandekommen des Nachstromes durch Abtödtung der anodischen, beziehungsweise kathodischen Faserenden ganz wie unter normalen Verhältnissen beeinträchtigt, oder ganz verhindert. An Stelle der positiv-anodischen Polarisation beobachtet man dann eine viel schwächere negative Nachwirkung, während von der negativ-kathodischen Polarisation unter diesen Umständen selbst bei langer Schliessungsdauer nur Spuren zurückbleiben. Ich will noch bemerken, dass im Falle der Muskel vor der Ätherisirung bei entsprechender Reizung positiv kathodische Polarisation erkennen liess, was einer früheren Mittheilung zufolge[1] nicht immer geschieht, diese Folgewirkung der elektrischen Reizung in der Regel schon im ersten Beginn der Äthernarcose abnimmt und sehr bald spurlos verschwindet, zu einer Zeit, wo der Muskel noch bei jeder Schliessung sich deutlich contrahirt. Es ist das aber auch so ziemlich der einzige Unterschied, welchen man bezüglich der secundär elektromotorischen Erscheinungen an einem normalen und einem durch Ätherdämpfe narcotisirten Muskel nachzuweisen vermag. Es scheint kaum nöthig, noch besonders darauf hinzuweisen, dass innerhalb der interpolaren Strecke auch letzterenfalls keinerlei elektromotorische Nachwirkungen hervortreten, welche etwa auf eine innere Polarisation des Muskels zu beziehen wären. Bekanntlich kommen unter normalen Verhältnissen Fälle vor, wo insbesondere bei Anwendung starker Reizströme eine innere Polarisation vorgetäuscht wird durch Veränderungen, welche sich von den Polen her über einen mehr oder weniger grossen Abschnitt des Muskels durch Leitung verbreiten (Schliessungs- und Öffnungsdauercontraction). Da während der Äthernarcose das Leitungsvermögen des Muskels gänzlich auf-

[1] Vergl. diese Beiträge XVIII.

gehoben ist, so fehlen selbstverständlich auch alle derartigen Wirkungen und man vermag stets nur streng auf die physiologischen Pole beschränkte Veränderungen nachzuweisen.

Bei oberflächlicher Betrachtung scheinen die vorstehend geschilderten Thatsachen mit der Auffassung sowohl der positiv-anodischen wie auch der negativ-kathodischen Polarisation als Folgeerscheinungen der Öffnungs-, beziehungsweise Schliessungserregung nicht wohl vereinbar. Denn der Begriff der Erregung erscheint gerade beim Muskel so fest verknüpft mit der Vorstellung der activen Gestaltveränderung oder wenigstens der Möglichkeit einer solchen, dass die Annahme eines Fortbestehens der Erregbarkeit bei gänzlich aufgehobener Contractilität von vorneherein auf Schwierigkeiten stösst. Wir sehen allerdings die secundär elektromotorischen Erscheinungen auch an einem unbeweglich ausgespannten Muskel hervortreten, allein hier ist auch noch das Leitungsvermögen und daher auch die negative Schwankung erhalten und der Muskel würde sich in toto contrahiren, wenn er nicht mechanisch daran verhindert wäre. Der Äthermuskel hat aber nicht nur die Fähigkeit, sich bei Reizung zu verkürzen, vollständig eingebüsst, sondern er ist auch gänzlich leitungsunfähig geworden. Die grosse Mehrzahl der Erfahrungen der Muskel- und Nervenphysiologie berechtigen aber zu der Annahme eines nahen Zusammenhanges zwischen Leitungsvermögen und Erregbarkeit, und wenn auch einzelne Beobachter für eine Trennung beider Fähigkeiten (bei den Nerven) eintraten, so blieben doch die als Stütze dieser Anschauung beigebrachten Thatsachen nicht ohne berechtigten Widerspruch.[1] Auf der anderen Seite bietet aber gerade der quergestreifte Muskel mehrfach Gelegenheit zu beobachten, dass Veränderungen der Erregbarkeit und des Leitungsvermögens durchaus nicht immer gleichen Schritt halten und dass die eine Fähigkeit bereits erloschen sein kann, während die andere noch fortbesteht. Es sei in dieser Beziehung nur an die Thatsache erinnert, dass im Verlaufe des Absterbens die bei mechanischer oder elektrischer Reizung hervortretenden Contractionserscheinungen sich mehr und mehr auf die Stelle der directen Reizung beschränken und hier noch sehr

[1] Vergl. Hermann's Handb. der Physiol. II. 2. S. 186 f.

energisch auftreten, wenn die Fortleitung schon ganz aufgehoben ist („idiomusculare Contraction"). Man pflegt dies gewöhnlich darauf zu beziehen, dass bei sinkender Erregbarkeit das Leitungsvermögen der Muskelsubstanz früher als die directe Anspruchsfähigkeit schwindet, eine Annahme, welche Luchsinger und Szpilmann[1] auf Grund von Versuchen über die Folgen localer Narcose auch für den Nerven aufrecht halten.

Wenn man die Erscheinungen verfolgt, wie sie bei wiederholter Reizung während der fortschreitenden Ätherwirkung an quergestreiften Muskeln hervortreten, so ist in der That die Ähnlichkeit mit den unmittelbaren Folgeerscheinungen des langsamen Absterbens nicht zu verkennen, soferne man lediglich die Gestaltveränderungen berücksichtigt. In beiden Fällen macht sich als die augenfälligste Thatsache zunächst eine Abnahme des Leitungsvermögens geltend, indem bei elektrischer Reizung in der Umgebung der Kathode noch immer eine deutlich sichtbare Contraction eintritt, wenn bei Reizung an einem und Ableitung am anderen Ende bereits jede Spur einer negativen Schwankung des Demarcationsstromes fehlt, das Leitungsvermögen daher so gut wie ganz aufgehoben ist.

Unter diesen Umständen war daran zu denken, ob das Fortbestehen der Polarisationserscheinungen nicht etwa darauf zu beziehen sei, dass sowohl die Schliessungs- wie auch die Öffnungserregung lediglich auf die äussersten Faserenden des Muskels beschränkt bleiben, deren Verkürzung der Beobachtung ja leicht entgehen konnte. Man hätte es dann nicht mit einem Muskel zu thun, dessen Contractilität vollkommen aufgehoben, sondern mit einem solchen, bei welchem die mechanischen und daher auch die galvanischen Reizerfolge in Folge des mangelnden Leitungsvermögens bei jeder Art der Erregung auf die Stelle der directen Reizung beschränkt bleiben, ein Verhalten, welches nicht ohne Analogie wäre und die beobachteten secundär elektromotorischen Erscheinungen genügend erklären würde. Ich habe mit Rücksicht hierauf in mehreren Fällen versucht, örtliche Contractionserscheinungen bei mikroskopischer Beobachtung der Faserenden

[1] Pflüger's Arch. XXIV. Bd.

des längsdurchströmten, vorher mit Äther narcotisirten Sartorius nachzuweisen; aber wenn ich auch zugeben muss, dass mittels dieser Methode unzweifelhafte, locale Gestaltveränderungen insbesondere am kathodischen Muskelende bei Schliessung des Stromes noch zu einer Zeit wahrgenommen werden können, wo die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge solche nicht mehr erkennen lässt, so muss ich anderseits doch ebenso bestimmt behaupten, dass bei genügend lange fortdauernder Ätherwirkung (etwa nach einer halben Stunde) jede merkliche Spur einer örtlichen Contraction bei Reizung mit dem elektrischen Strome fehlt, obschon dann die in Rede stehenden Polarisationserscheinungen nach wie vor in unverminderter Stärke beobachtet werden können. Ich will noch hinzufügen, dass ebensowenig wie bei elektrischer auch bei mechanischer Reizung durch Schnitt oder Druck eine sichtbare Gestaltveränderung des Muskels eintritt. Während sich die frische Schnittfläche eines normalen Froschsartorius infolge örtlicher Zusammenziehung der Faserenden sofort umkrämpt und wulstet, lässt sich der ätherisirte Muskel wie eine todte weiche Masse ohne jede Spur einer örtlichen sichtbaren Reaction durchschneiden oder zerquetschen.

Man darf daher wohl bestimmt behaupten, dass das Eintreten der den Polarisationserscheinungen zu Grunde liegenden Veränderungen gänzlich unabhängig von dem Erhaltensein der Contractilität und des Leitungsvermögens ist.

Dies schliesst nun aber keineswegs die Zulässigkeit derjenigen Auffassung aus, nach welcher der positiv-anodische und negativ-kathodische Nachstrom als Folgewirkung der Öffnungs- und Schliessungserregung zu betrachten sind, sondern lässt sich mit derselben in Einklang bringen, wenn man die Möglichkeit einer örtlich beschränkten Erregung ohne gleichzeitige Gestaltveränderung des Muskels zugibt. Diese Möglichkeit wird aber um so weniger geläugnet werden können, als derartige Erscheinungen auch unter ganz normalen Verhältnissen vorkommen.

Es sei nur an die Thatsache erinnert, dass bei directer elektrischer Reizung des Muskels stets eine Grenze der Reizstärke gefunden werden kann, unter welcher der Strom zwar keine merklichen mechanischen Reizerfolge mehr auslöst, wohl aber

Veränderungen der Muskelsubstanz bewirkt, die sich in anderer Weise, insbesondere durch einen geänderten Erregbarkeitszustand an den Aus- und Eintrittsstellen äussern. So ist ferner auch bekannt, dass, worauf Hering[1] seinerzeit schon aufmerksam machte, die Öffnungserregung sich mittels des Galvanometers als positiv-anodischer Nachstrom unter Umständen erkennen lässt, wo „dieselbe mit dem Auge gar nicht, vielleicht nicht einmal mikroskopisch wahrnehmbar ist". Allerdings handelt es sich hier um Reizungen, welche mit Rücksicht auf die Gestaltveränderungen des Muskels als subminimal bezeichnet werden müssen, während an einem in Narcose befindlichen Muskel selbst die stärkste Erregung keine unmittelbar sichtbare Reaction hervorbringt. Indessen beweisen jene Thatsachen doch, dass die Beziehungen zwischen Contraction und Erregung keine so unmittelbaren sind, wie man vielleicht von vorneherein anzunehmen geneigt sein möchte, dass vielmehr indirect nachweisbare Veränderungen der Muskelsubstanz infolge einer vorhergehenden Reizung eintreten können ohne gleichzeitige sichtbare Gestaltveränderungen. Sehr bemerkenswerth bleibt aber in dem Verhalten des ätherisirten Muskels immerhin der Umstand, dass die erwähnten Polarisationserscheinungen während der ganzen Dauer der Narcose keine merkliche Schwächung erkennen lassen. Es spricht dies für eine so weitgehende Unabhängigkeit der Erregbarkeit des Muskels von dessen Contractilität und Leitungsvermögen, wie man sie allerdings von vorneherein kaum hätte erwarten dürfen, selbst wenn man berücksichtigt, dass es sich hier nur um einen Rest derselben, um ein Verbleiben der durch den Strom bewirkten chemischen Veränderungen der Muskelsubstanz handelt, bei völligem Mangel aller anderen Erregungserscheinungen.

Unter diesen Umständen erscheint es von um so grösserem Interesse, dass die Möglichkeit der Erregung auch bei einer ganz andersartigen Veränderung der Muskelsubstanz gegeben erscheint, wobei die Contractilität ebenfalls mehr oder weniger beeinträchtigt ist. Es bestehen dann nicht nur die in Rede stehenden Polarisationserscheinungen fort, sondern es treten auch, falls die

[1] Diese Beiträge XII.

betreffenden Veränderungen nur local, an Stelle der directen Reizung, bewirkt werden, Gestaltveränderungen des normalen Muskelabschnittes hervor.

Es wurde schon oben erwähnt, dass der quergestreifte Muskel beträchtliche Mengen Wasser aufzunehmen vermag, ohne die Fähigkeit zu verlieren, bei Verletzung elektromotorisch, wie unter normalen Verhältnissen, zu wirken. Beschränkt man die Wasserwirkung auf das eine oder andere Ende eines Sartorius, so kann dasselbe durch Quellung hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften bereits hochgradig verändert erscheinen, ohne sich, wie schon bemerkt wurde, negativ zu dem unversehrten Theile des Präparates zu verhalten. Damit steht im Einklang, dass auch die Erregbarkeit durch den elektrischen Strom zu dieser Zeit nicht merklich beeinträchtigt gefunden wird, wenn man den Muskel derart durchströmt, dass die Stelle der directen Reizung an das veränderte Muskelende zu liegen kommt. Dies ergibt sich einerseits aus der Vergleichung der Zuckungshöhen, anderseits aus dem Verhalten der secundär elektromotorischen Erscheinungen vor und nach der Wässerung.

Da nun ausnahmslos, soviel bisher bekannt ist, durch alle jene Eingriffe, welche zu einer tiefer greifenden Schädigung der chemischen Beschaffenheit der Muskelsubstanz führen, auch bei örtlicher Einwirkung die mechanischen wie die galvanischen Reizerfolge in gleicher Weise beeinträchtigt werden, falls die Stelle der directen Reizung mit dem geschädigten Muskelende zusammenfällt, so sieht man sich nothwendig zu der Annahme gedrängt, dass in dem hier vorliegenden Falle die Erregbarkeit der gequollenen Faserabschnitte zunächst nicht merklich leidet. Dem gegenüber kann es jedoch nicht bezweifelt werden, dass die Contractilität derselben infolge des starreähnlichen Zustandes schon in der ersten Zeit der Wasserwirkung erheblich vermindert sein wird. Wenn man nun demungeachtet unter diesen Umständen nicht nur das Fortbestehen der positiv-anodischen und negativ-kathodischen Polarisation, sondern auch kräftige Schliessungs-, beziehungsweise Öffnungszuckungen beobachtet, wenn der Strom an dem gewässerten Ende aus- oder eintritt, so muss man nothwendig zu dem Schlusse gelangen, dass für die Erregung des Muskels die Fähigkeit der activen Gestaltveränderung an

Stelle der directen Reizung keine nothwendige Vorbedingung darstellt. Es kann daher auch der vollkommene Verlust der Contractilität des ätherisirten Muskels ebenso wenig wie der des Leitungsvermögens unter gleichen Umständen als ein begründeter Einwand gegen die Deutung der Polarisationserscheinungen insbesondere aber des positiv-anodischen Nachstromes als Folge der Erregung angesehen werden, und zwar umsoweniger als diejenigen Thatsachen, welche am allerentschiedensten zu Gunsten der genannten Auffassung sprechen, an dem ätherisirten Präparate ganz ebenso wie an einem normalen beobachtet werden können. Dies gilt insbesondere bezüglich der Folgen der Verletzung der Faserenden. Immer lässt sich zeigen, dass durch irgendwie bewirkte Abtödtung des anodischen Muskelendes das Zustandekommen des positiven Nachstromes unmöglich gemacht wird und das Gleiche gilt bezüglich der negativ-kathodischen Polarisation nach Wendung des Reizstromes, wenn auch im letzteren Falle wenigstens bei Anwendung stärkerer Ströme und langer Schliessungsdauer, in der Regel geringe Reste negativer Wirkungen zurückbleiben.

Als Resultat der vorstehenden Erörterungen ergibt sich daher der Satz, dass der quergestreifte Muskel durch Einwirkung von Ätherdämpfen in einen Zustand geräth, in welchem derselbe bei Einwirkung eines äusseren Reizes keinerlei direct wahrnehmbare Veränderungen, weder örtlich noch entfernt von der Reizstelle erkennen lässt, während dagegen an dieser letzteren galvanisch nachweisbare Veränderungen und zwar in gleicher Stärke wie vor der Narcose als Ausdruck der Erregung hervortreten, die sich jedoch infolge des aufgehobenen Leitungsvermögens nur local zu äussern vermögen.

## II.

## Über den Einfluss der Narcose auf die elektrotonischen Erscheinungen an markhaltigen Nerven.

Die mitgetheilten Beobachtungen über die Folgen der Ätherwirkung am quergestreiften Muskel liessen eine Untersuchung der elektrotonischen Erscheinungen markhaltiger Nerven während

der Äthernarcose von grossem Interesse erscheinen, wenn, wie als wahrscheinlich angenommen werden kann, der Nerv unter dem Einfluss der Ätherdämpfe in einen analogen Zustand geräth wie der Muskel. Unter dieser Voraussetzung, für deren Richtigkeit das schon erwähnte Verhalten des Demarcationsstromes und der negativen Schwankung spricht, schien es ein Leichtes, den Nerven jederzeit und zwar vorübergehend und ohne Störung seiner normalen Structur derart zu verändern, dass in Folge des aufgehobenen Leitungsvermögens bei erhaltener, local er Reactionsfähigkeit alle jene Wirkungen der elektrischen Erregung, welche auf einer irgendwie vermittelten Fortleitung örtlich bewirkter Veränderungen beruhen, vollkommen ausgeschlossen erscheinen.

Damit ist aber auch sofort ein Mittel geboten, zu untersuchen, inwieweit die Annahme der Wahrheit entspricht, dass die elektrotonischen Erscheinungen markhaltiger Nerven nur zum Theil physikalisch zu erklären, anderntheils aber physiologisch vermittelt sind durch Fortleitung gegensinniger Zustandsänderungen von den Polen des Reizstromes her.

Die im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen an ätherisirten Nerven scheinen die letzterwähnte Anschauung betreffs der Natur der elektrotonischen Erscheinungen wesentlich zu unterstützen, insbesondere wenn man sie im Zusammenhang mit einigen anderen Thatsachen betrachtet, welche beweisen, dass unter gewissen Umständen den elektrotonischen ganz analoge Erscheinungen durch rein physiologische Vorgänge bedingt werden.

Dies ergibt sich vor Allem aus Versuchen an Nerven, welche sich in jenem eigenthümlichen Zustande befinden, wo jede Schliessung, beziehungsweise Öffnung eines Kettenstromes zu einer mehr oder weniger lang anhaltenden Dauererregung führt, die sich am anhängenden Muskel als Schliessungs- oder Öffnungstetanus, am Galvanometer dagegen bei Ableitung vom Querschnittsende als negative Schwankung des Demarcationsstromes äussert, wie schon vor längerer Zeit Engelmann[1] beobachtete.

Wird in einem solchen Falle die Reizung durch Schliessung eines absteigend gerichteten Stromes bewirkt, so stimmt, wie

[1] Pflüger's Archiv, III. Bd.

leicht ersichtlich, die Ablenkung hinsichtlich ihrer Richtung mit einer katelektrotonischen überein und lässt sich daher auch von einer solchen nicht ohne weiteres unterscheiden. Für die Beurtheilung der Bedeutung derselben kommt dann in erster Linie die Länge der Zwischenstrecke, das ist des Abstandes zwischen Bussol- und Reizstrecke, die Stärke des Kettenstromes und, wie schon erwähnt, der an dem Verhalten des Muskels zu controlirende Zustand des Nerven in Betracht. Handelt es sich im gegebenen Falle um ein Präparat von einem Kaltfrosch, dessen Nerven erfahrungsgemäss oft schon bei Reizung mit den schwächsten Strömen tetanisch reagiren, legt man die Bussolelektroden bei geringem gegenseitigen Abstande an das eine, die Reizelektroden, möglichst davon entfernt, an das andere Ende des Nerven und bedient man sich eines recht schwachen absteigenden Kettenstromes zur Reizung, so sind damit die Bedingungen für das Auftreten elektrotonischer Wirkungen im physikalischen Sinne die ungünstigsten und eine unter solchen Umständen beobachtete negative Schwankung des Nervenstromes wird mit Wahrscheinlichkeit auf die von der Kathode aus fortgeleitete Dauererregung bezogen werden dürfen. Es kommen aber noch einige andere Umstände hinzu, auf welche Prof. Hering schon seit lange seine Aufmerksamkeit richtete und die für die Beurtheilung von grosser Bedeutung sind.

Zunächst zeigt sich die Grösse der anfänglichen Ablenkung sowohl von der Stärke des Reizstromes wie auch innerhalb gewisser Grenzen von der Länge der Zwischenstrecke unabhängig. Das Maximum der Wirkung tritt in der Regel schon bei sehr schwachen Strömen hervor und es ist dann durchaus gleichgiltig, ob man einen geringen Bruchtheil des Stromes von einem einzigen Elemente oder den vollen Strom mehrerer Elemente zur Reizung verwendet, ja es wird letzterenfalls die Wirkung oft geringer als bei schwächeren Strömen. Ebensowenig lässt sich bei gleichbleibender Stromesintensität durch Annäherung der Reizelektroden an die Bussolstrecke eine verstärkte Wirkung erzielen, wenn man hierbei eine bestimmte Grenze nicht überschreitet. Wird dagegen die Zwischenstrecke durch allmäliges Abrücken der Bussolelektroden vom Querschnittsende des Nerven bei unveränderter Lage des Reizelektroden

verkürzt, so beobachtet man anfangs regelmässig eine Abnahme der negativen Schliessungsschwankung bei absteigender Stromesrichtung, die unter Umständen bis zum völligen Verschwinden derselben gehen kann. (Vergl. die folgende Tabelle I.) Dabei ist allerdings immer zu berücksichtigen, dass die Ablenkungen auch an einer und derselben Nervenstelle bei mehrmals wiederholter Reizung entweder infolge von Ermüdung oder anderweitigen Veränderungen, welche das Präparat im Verlaufe des Versuches erleidet, mehr und mehr abnehmen.

Doch ist der Einfluss dieses Umstandes immer leicht zu eliminiren, wenn man nach Prüfung des Reizerfolges im Verlaufe des Nerven nochmals bei Querschnittsableitung reizt. Man findet dann den Werth der negativen Schwankung zwar in der Regel geringer als unter denselben Verhältnissen zu Beginn der Versuchsreihe, doch immer noch beträchtlich grösser, als bei Ableitung von zwei der Reizstrecke viel näher liegenden Punkten im Verlaufe des Nerven.

Nähert man jedoch die Bussolelektroden der Kathode über ein gewisses Maass, so treten neuerdings gleichsinnige (negative) Ablenkungen hervor, welche sich sowohl hinsichtlich ihres Verhaltens während der Schliessungsdauer, als auch in ihrer Stärke ganz wesentlich von den ersterwähnten unterscheiden und in jeder Beziehung diejenigen Eigenschaften erkennen lassen, welche allgemein als Kennzeichen der elektrotonischen Zuwachsströme gelten. So in erster Linie die Abhängigkeit von der Stärke des Reizstromes und die ausserordentlich rasche Zunahme der Wirkungen bei weiterer Annäherung an die Reizstrecke. Während der Schliessungsdauer des Reizkreises bleiben die betreffenden Ablenkungen entweder constant oder es erfolgt eine geringe, aber nie bis zum Verschwinden der Wirkung gehende Verminderung derselben.

Als Beispiel für das eben geschilderte Verhalten möge die nachstehende Versuchsreihe dienen. Es wurden dabei beide N. ischiadici eines sehr empfindlichen Kaltfrosches (*R. esculenta*) gleichzeitig am centralen Ende gereizt. Zur Beobachtung diente die Hermann-Meyer'sche Bussole. Mit *NS* ist die Grösse der durch den Demarcationsstrom bewirkten Ablenkung, mit *RW* der eingeschaltete Rheochordwiderstand, mit *ZS* die Länge der

Zwischenstrecke und mit *SR* die Stromesrichtung bezeichnet. Das Zeichen > bedeutet die während der Schliessungsdauer eintretende Abnahme der Ablenkung.

I.

| *NS* | 1 Daniell | *ZS* | *SR* | Grösse der Ablenkung | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Schliessung | Öffnung | |
| 130 *sc* | *RW* = 10 *cm* | 40 *mm* | ↓ | — 9>—2 | +2 | Der Nerv wurde zunächst mit Quer- und Längsschnitt auf die Bussolelektroden gelegt. Die Grösse der Bussol- und Reizstrecke betrug je 10 *mm*. Die *ZS* wird allmälig durch Annäherung der beiden Bussolelektroden an die Reizstrecke verkürzt. |
| | | | ↑ | — 1+ 6 | —3 | |
| 55 | | 30 | ↓ | — 6>—2 | +4 | |
| | | | ↑ | +10>+4 | —2 | |
| 20 | | 22 | ↓ | — 1 | +3 | |
| | | | ↑ | +16 | —3 | |
| 20 | „ | 19 | ↓ | 0 | +2 | |
| | | | ↑ | +25 | —4 | |
| 35 | | 11 | ↓ | —17 | +3 | |
| | | | ↑ | +40 | —7 | |
| 100 | | 40 | ↓ | — 6 | +2 | |
| | | | ↑ | + 3 | —2 | |

Viel stärkere negative Ablenkungen sowohl bei absteigender wie bei aufsteigender Schliessung habe ich unter sonst gleichen Umständen in mehreren Fällen an Nerven von Kaltfröschen beobachtet, welche vor der Untersuchung 12 bis 24 Stunden nebst den zugehörigen enthäuteten Unterschenkeln bei Zimmertemperatur in 0·6% Kochsalzlösung aufbewahrt worden waren.

Die durch Verdunstung allmälig zunehmende Concentration der Salzlösung scheint hier die von vorneherein vorhandene Neigung der Nerven zu tetanischer Erregung bei Reizung mit dem Kettenstrom noch wesentlich zu steigern, wie sich aus der Beobachtung der anhängenden Muskeln unmittelbar ergibt, indem dieselben sowohl bei Schliessung des absteigenden, wie auch bei Schliessung des aufsteigenden Stromes in mächtigen,

lang anhaltenden Tetanus geriethen. Dementsprechend sind auch die Wirkungen am Galvanometer unter denselben Verhältnissen wie früher sehr viel stärker und negative Ablenkungen von 15 bis 20 *sc* bei absteigender, von 4 bis 7 *sc* bei aufsteigender Schliessung sind dann nicht selten zu beobachten, wenn vom (unteren) Querschnittsende eines solchen Nervenpaares abgeleitet wird. Die Abnahme der betreffenden Wirkungen bei Verkürzung der Zwischenstrecke durch Abrücken der Bussolelektroden vom Querschnitt ist dann nur um so auffallender.

Wenn, wie die eben erwähnten Thatsachen beweisen, Ablenkungen, welche hinsichtlich ihrer Richtung den katelektrotonischen entsprechen, in grösserer Entfernung von der Kathode nur in dem Falle merklich werden, wenn zwischen den beiden Ableitungsstellen von vorneherein eine Spannungsdifferenz besteht, so durfte man bei unversehrten, stromlosen Froschnerven in möglichster Entfernung von der Reizstrecke ein Verhalten der an- und katelektrotonischen Wirkungen erwarten, welches den elektrotonischen Erscheinungen innerhalb der ganzen extrapolaren Strecke des marklosen Muskelnerven im wesentlichen entspricht und vor Allem durch das Fehlen zweifelloser katelektrotonischer Wirkungen charakterisirt erscheint.

Präparirt man den Nervus ischiadicus eines Kaltfrosches in Zusammenhang mit dem zugehörigen Unterschenkel und leitet bei gleicher Lage der Reizelektroden wie früher (am centralen Ende) zunächst von zwei dem Muskel möglichst nahe gelegenen Stellen des Nerven ab, so bleibt, wenn keine erhebliche Spannungsdifferenz besteht, die Schliessung eines absteigend gerichteten Stromes selbst dann ohne merklichen Erfolg, wenn dessen Intensität sehr beträchtlich ist. Dies ist auch dann noch der Fall, wenn die Zwischenstrecke durch Hinaufrücken der Bussolelektroden bis in die Nähe der Abzweigung der für die Oberschenkelmuskeln bestimmten Nervenäste verkürzt wird.

Dabei ist allerdings immer vorausgesetzt, dass irgend erhebliche Spannungsdifferenzen innerhalb der unverzweigten Nervenstrecke nicht vorhanden sind. Sinkt der Abstand der Bussol- und Reizstrecke unter ein gewisses Mass herab, so treten natürlich hier, wie immer an markhaltigen Nerven katelektrotonische Wirkungen hervor, die bei Verkürzung der Zwischen-

strecke rasch an Grösse zunehmen und ausserdem wesentlich von der Stromstärke abhängen. Auf das Verhalten der anelektrotonischen Erscheinungen an unversehrten Nerven komme ich unten noch zurück und will hier nur erwähnen, dass dieselben stets schon in grösster Entfernung von der (aufsteigend durchströmten) Reizstrecke nachweisbar sind und bei Verkürzung der Zwischenstrecke stetig wachsen.

Als Beispiele mögen folgende zwei Versuchsreihen dienen, die sich auf höchst erregbare Präparate von *R. esculenta* beziehen. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in der früheren Tabelle.

II.

***Rana esculenta* (Kaltfrosch).** Nerv mit anhängendem Schenkel.

| *NS* | Stromstärke | *ZS* | *SR* | Grösse der Ablenkung | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Schliessung | Öffnung | |
| 0 | 1 Dan. = *RW* | 28 *mm* | ↓ | 0 | 0 | Es wurde zunächst möglichst nahe der Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel abgeleitet. Die Grösse der Bussol- und Reizstrecke beträgt je 10 *mm*. Die *ZS* wird durch Annäherung der beiden Bussolelektroden an die Reizstrecke verkürzt. Bei jeder ↓ Schliessung heftiger Tetanus des Schenkels. |
| | | | ↑ | + 6>2 | −2 | |
| „ | 2 Dan. | 28 | ↓ | 0 | 0 | |
| | | | ↑ | + 4>2 | −1 | |
| „ | 3 Dan. | 28 | ↓ | 0 | 0 | |
| | | | ↑ | + 3>0 | 0 | |
| „ | 1 Dan. | 19 | ↓ | Spur− | 0 | |
| | | | ↑ | +12>3 | −3 | |
| „ | 2 Dan. | 19 | ↓ | − 1 | 0 | |
| | | | ↑ | +12 | −2 | |
| „ | 2 Dan. | 15 | ↓ | − 2 | 0 | |
| | | | ↑ | +21 | −2 | |

III.

***R. temporaria* (Kaltfrosch).** Ischiadicus mit anhängendem Schenkel.

| *NS* | Stromstärke | *ZS* | *SR* | Grösse der Ablenkung | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Schliessung | Öffnung | |
| 0 | 2 Dan. | 32 | ↓ | 0 | 0 | Versuchsanordnung wie im vorigen Versuche. |
| | | | ↑ | + 6>2 | −1 | |
| 4*sc* | „ | 25 | ↓ | − 1 | 0 | |
| | | | ↑ | +11>3 | −1 | |
| 0 | „ | 17 | ↓ | − 2 | 0 | |
| | | | ↑ | +20>8 | −2 | |
| 10*sc* | „ | 11 | ↓ | −13 | 0 | |
| | | | ↑ | +34 | −4 | |

Berücksichtigt man vorerst nur die elektromotorischen Veränderungen zur Seite der Kathode, so scheint es, dass die extrapolare Nervenstrecke bei genügender Länge in zwei Abschnitte zerfällt, innerhalb deren die bei und während der Schliessungsdauer eines Kettenstromes zu beobachtenden elektromotorischen Wirkungen ungeachtet ihrer Gleichsinnigkeit doch wesentlich verschiedenen Ursachen ihre Entstehung verdanken.

In grösster Entfernung von dem wirksamen Pole treten deutlich ausgeprägte Wirkungen im Sinne des Katelektrotonus nur bei vorhandenem Ruhestrom, und zwar besonders an Nerven hervor, welche zu tetanischer Erregung neigen. Entsprechend der Abnahme der Spannungsdifferenz bei Abrücken der Bussolelektroden vom Querschnitt nehmen auch diese Wirkungen ungeachtet der Verkürzung der Zwischenstrecke ab, während in der Nähe der Reizstrecke unter allen Umständen und ganz unabhängig von dem Erregbarkeitszustande des Präparates oder einem etwa vorhandenen Ruhestrom viel stärkere, aber gleichsinnige

elektromotorische Veränderungen unter dem Einflusse des Stromes hervortreten, welche bei weiterer Verkürzung der Zwischenstrecke rasch wachsen. Die weitgehende Unabhängigkeit jener erstgenannten schwächeren Wirkungen von der Stärke des Stromes (sie nehmen unter Umständen sogar an Grösse ab, wenn die Stromesintensität wächst) sowie der Länge der Zwischenstrecke lässt es kaum zweifelhaft erscheinen, dass es sich hier nicht um physikalischen Elektrotonus, sondern um Folgewirkungen der Erregung handelt.

Das Verhalten des marklosen Muschelnerven, bei dem physikalischer Elektrotonus vollständig zu fehlen scheint, würde daher unter gleichen Verhältnissen nur dem von der Reizstrecke möglichst entfernten Abschnitt markhaltiger Nerven zu vergleichen sein.

Untersucht man die elektromotorischen Veränderungen markhaltiger Nerven unterhalb eines aufsteigend gerichteten Stromes, so ergeben sich im Vergleich zu den entsprechenden Wirkungen auf Seite der Kathode, abgesehen von der entgegengesetzten Richtung der Ablenkungen am Galvanometer, in mehrfacher Hinsicht wesentliche Unterschiede.

Leitet man vom peripheren, mit künstlichem Querschnitt versehenen Ende eines empfindlichen Kaltnerven ab (man nimmt zweckmässig beide zusammengelegte Ischiadici) und setzt das centrale Schnittende der Wirkung eines schwachen, aufsteigenden Stromes aus (1 Daniell $RW = 10 - 20\ cm$), so sieht man ausnahmslos bei Schliessung des Reizkreises eine positive Schwankung des (compensirten) Ruhestromes erfolgen. Infolge der grösseren Empfindlichkeit der neuerdings benützten Bussole waren die Ablenkungen stärker als bei den von Prof. Hering schon früher angestellten gleichartigen Versuchen (vergl. Tabelle I); sie betrugen durchschnittlich 5—15 Scalentheile und übertrafen in der Mehrzahl der Fälle die unter gleichen Umständen zu erzielenden Wirkungen des absteigenden Stromes. Sie sind, was besonders hervorgehoben werden muss, durchaus unabhängig von dem Vorhandensein oder Fehlen eines Demarcationsstromes, und treten daher in fast gleicher Stärke auch an gänzlich unversehrten, stromlosen Nerven hervor. Als Unterschied ist nur das Hinzutreten eines meist nur wenig ausgeprägten negativen Vor-

schlages im ersteren Falle zu erwähnen, der oft nur durch ein etwas verzögertes Eintreten der positiven Ablenkung angedeutet ist. Nur in seltenen Fällen (wenn der ↑ Strom einen starken Schliessungstetanus bewirkt) entspricht dem negativen Vorschlag eine Ablenkung von mehr als 1—2 Scalentheilen. Die positive Wirkung erreicht rasch ihren grössten Werth, um dann sofort wieder abzunehmen (bisweilen bis auf Null).

Bei Öffnung des Reizkreises erfolgt in der Regel eine in ihrer Grösse wesentlich von der Dauer der vorhergehenden Durchströmung abhängige negative Ablenkung, die langsam abklingt.

Nähert man die Bussolelektroden bei unverändertem gegenseitigem Abstand der Reizstrecke und verkürzt auf diese Weise die Zwischenstrecke, so nehmen unabhängig von einer etwa vorhandenen Spannungsdifferenz die durch Schliessung des aufsteigenden Stromes zu erzielenden positiven Ablenkungen stetig sehr rasch an Grösse zu und übertreffen die bei gleicher Lage der ableitenden Elektroden durch Schliessung des absteigenden Stromes bewirkte negative Schwankung bald um ein Vielfaches.

Der bei Querschnittsableitung meist vorhandene, oder doch angedeutete negative Vorschlag fehlt fast immer im Verlaufe des Nerven, so dass hier nur einsinnig positive Ablenkungen erfolgen, deren Grösse während der Schliessungsdauer um so weniger abnimmt, je geringer der Abstand zwischen Bussol- und Reizstrecke ist. In der Nähe der Anode beobachtet man sogar in der Regel ein Anwachsen derselben, während der Strom geschlossen bleibt. Meist erfolgt nach der Öffnung des Reizkreises auch im Verlaufe des Nerven ein gegensinniger negativer Ausschlag von mehr oder minder beträchtlicher Grösse. Dies muss wenigstens als Regel gelten in der Nähe der Reizstrecke. In grösserer Entfernung von derselben scheint dagegen das Auftreten oder Fehlen einer negativen Öffnungswirkung in ähnlicher Weise wie die negative Schliessungswirkung zur Seite der Kathode wesentlich von dem Vorhandensein einer Spannungsdifferenz zwischen den beiden Ableitungspunkten mitbedingt zu sein. Die obenstehenden Versuchstabellen enthalten die Belege für alles was soeben bezüglich der galvanischen Veränderungen der extrapolaren Nervenstrecke zur Seite der Anode bemerkt wurde.

Was nun die Deutung der betreffenden Thatsachen betrifft, so dürfte dieselbe, soweit es sich um die negativen Wirkungen unmittelbar bei der Schliessung und nach Öffnung des aufsteigenden Stromes handelt, kaum zweifelhaft sein. Die Übereinstimmung mit den entsprechenden Erscheinungen am marklosen Muschelnerven ist hier eine so auffallende, dass die gleiche Auffassung derselben als Folgen der Schliessungs-, beziehungsweise Öffnungserregung unmittelbar nahegelegt wird. Das häufige Fehlen des negativen Vorschlages bei aufsteigender Reizung des markhaltigen Nerven und die geringe Grösse desselben im Falle seines Vorhandenseins kann nicht überraschen, wenn man berücksichtigt, dass die betreffende Wirkung einerseits abhängt von einem bestimmten, nicht immer in gleichem Grade vorhandenen Erregbarkeitszustand des Kaltnerven und dass anderseits ein kräftig entwickelter Schliessungstetanus bei aufsteigender Stromesrichtung unter den gegebenen Versuchsbedingungen überhaupt zu den Ausnahmen gehört; dazu kommt noch, dass die nachfolgende, viel stärkere positive Wirkung der Entwicklung der gegensinnigen Anfangswirkung alsbald ein Ziel setzt. Es ist daher auch selbstverständlich, dass die letztere bei dem Abrücken der Bussolelektroden von dem Querschnittsende des Nerven, wobei die wesentlichen Bedingungen ihres Hervortretens immer ungünstiger werden, sehr bald verschwindet oder nur angedeutet erscheint. Ich brauche endlich kaum noch hervorzuheben, dass man in jedem Falle durch Anwendung starker aufsteigender Kettenströme den negativen Vorschlag ebenso wie die Fortpflanzung der Schliessungserregung zu verhindern vermag und dass derselbe auch bei stromloser Ableitung im Verlaufe unversehrter Nerven, sowie unter allen Umständen an Präparaten von Warmfröschen fehlt.

Wie schon erwähnt wurde hat bereits Engelmann gezeigt, dass der Demarcationsstrom des markhaltigen Froschnerven bei Öffnung eines Kettenstromes eine deutliche negative Schwankung erfährt, wenn die Reizung unter Bedingungen erfolgt, bei welchen eine tetanische Öffnungserregung zu erwarten steht.

Als solche sind einerseits hinreichende Stärke und Schliessungsdauer des aufsteigenden Reizstromes, dann aber vor allem die mehrfach erwähnte Disposition des Nerven zu dauernder Erregung zu bezeichnen.

Unter günstigen Umständen steht die negative Öffnungswirkung bei Ableitung vom Querschnittsende des Nerven der negativen Schliessungswirkung bei absteigender Reizung an Grösse nicht nach.

Hinsichtlich der Natur der positiven, anelektrotonischen Schliessungswirkungen lässt sich auf Grund der mitgetheilten Versuchsergebnisse ein sicherer Schluss nicht ableiten; denn dieselben zeigen längs der ganzen extrapolaren, anodischen Nervenstrecke im Wesentlichen ein gleichartiges Verhalten, wie an dem marklosen Muschelnerven, wenn man es nicht etwa als einen Unterschied gelten lassen will, dass sie sich im ersteren Falle stets noch bei schwächeren Strömen und in viel grösserer Entfernung von der durchflossenen Nervenstrecke nachweisen lassen, als hier. Da nun, wie in einer früheren Mittheilung gezeigt wurde, die anelektrotonischen Veränderungen des marklosen Muschelnerven kaum anders als im Sinne Hering's durch eine von der Anode aus fortgepflanzte Zustandsänderung desselben erklärt werden können, so wird es allerdings in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass ein derartiger Vorgang auch bei Durchströmung markhaltiger Nerven zur Seite der Anode platzgreift, aber hier noch complicirt ist durch das gleichzeitige Vorhandensein des physikalischen Anelektrotonus. Man würde dann voraussetzen dürfen, dass in grösster Entfernung von der Reizstrecke die Wirkungen des physiologischen Anelektrotonus rein hervortreten, während sich in der Nähe der Anode die durch den mehr oder weniger weit sich verbreitenden Reizstrom bewirkten, örtlichen Veränderungen des Nerven hinzugesellen. Für ein derartiges Verhalten scheint übrigens auch schon der Umstand zu sprechen, dass die anelektrotonischen Wirkungen den katelektrotonischen immer sehr bedeutend an Stärke überlegen sind, eine Thatsache, welche sich mit Rücksicht auf die bei dem marklosen Muschelnerven obwaltenden Verhältnisse leicht erklären würde.

So leicht es nach dem Mitgetheilten aber auch erscheint, Anhaltspunkte für eine Sonderung des physikalischen und physiologischen Katelektrotonus zu gewinnen, so schwierig ist diese Aufgabe hinsichtlich der anelektrotonischen Wirkungen bei Reizung markhaltiger Nerven zu lösen.

Gerade in letzterer Beziehung bieten nun, wie mir scheint die Versuche an narcotisirten Nerven wesentliche Anhaltspunkte für die Entscheidung der schwebenden Frage.

Bezüglich der Methode will ich nur erwähnen, dass bei den im Folgenden zu beschreibenden Versuchen ausschliesslich die schon oben erwähnte kleinere Ätherkammer in Verwendung kam, in welche der N. ischiadicus oder wohl auch beide Ischiadici zusammen nebst zwei Bussol- und Reizelektroden eingeschlossen wurden. Die Lage des Nerven auf denselben blieb während einer Versuchsreihe stets unverändert und war daher verschieden, je nachdem es darauf ankam, den Einfluss der Narcose auf die in grösserer Entfernung von der durchflossenen Strecke zu beobachtenden Wirkungen oder die Veränderungen der starken elektrotonischen Zuwachsströme in der Nähe der Reizstrecke zu untersuchen. Ersterenfalls wurde stets vom peripheren mit künstlichen Querschnitt versehenen Nervenende abgeleitet, während die Reizelektroden in möglichster Entfernung am centralen Ende angelegt wurden. Anderenfalls wurden bei gleicher Lage der letzteren die Bussolelektroden in der Continuität, und zwar innerhalb des unverzweigten Abschnittes des Nerven derart angelegt, dass der Abstand zwischen Bussol- und Reizstrecke (die Zwischenstrecke) etwa 1 *cm* betrug, da sich herausgestellt hatte, dass bei mittlerer Stromstärke (1—2 Daniell) erheblichere katelektrotonische Wirkungen kaum jemals in grösserer Entfernung von der Kathode hervortreten.

In jedem Falle wurden immer zunächst einige Vorversuche gemacht, um über das Verhalten der elektrotonischen Erscheinungen unter normalen Verhältnissen Aufschluss zu erhalten und dann mit der Narcose begonnen, indem ein mit Äther getränkter Schwamm in das Kästchen gebracht und die Reizung von Zeit zu Zeit in genau gleicher Weise wie vorher wiederholt wurde.

Dabei stellte sich nun vor allem heraus, dass schon kurze Zeit nach dem Beginn der Ätherwirkung (etwa nach 5—10 Minuten) alle sonst in grösserer Entfernung von der durchflossenen Strecke zu beobachtenden elektromotorischen Veränderungen des Nerven wegfallen. Dies gilt ebensowohl hinsichtlich der oben besprochenen negativen Schwankung des Demarcationsstromes bei Schliessung eines

absteigend gerichteten Kettenstromes, wie auch bezüglich der positiven Wirkungen bei absteigender Reizung. Prüft man in einem solchen Falle das Verhalten des Nerven gegenüber tetanisirender Reizung mittels eines Schlittenapparates, so zeigt sich, dass ungefähr zur selben Zeit, wo die erwähnten elektrotonischen Wirkungen verschwinden, auch die gewöhnliche negative Schwankung des Nervenstromes infolge des durch die Narcose aufgehobenen Leitungsvermögens ausbleibt, ein weiterer Grund dafür, dass auch die erstgenannten Wirkungen während stetiger Durchströmung auf fortgeleitete Veränderungen des Nerven zu beziehen sind. Im Sinne der herrschenden Anschauungen über die Natur der elektrotonischen Erscheinungen würde man natürlich zunächst geneigt sein, die beobachtete Abnahme beziehungsweise das Verschwinden der unter Umständen in grösster Entfernung von der Reizstrecke zu beobachtenden elektrotonischen Wirkungen nicht darauf zurückzuführen, dass die Fortleitung physiologischer durch den Strom bewirkter Zustandsänderungen des Nerven unterdrückt ist, sondern vielmehr auf eine entsprechende Intensitätsabnahme der elektrotonischen Erscheinungen überhaupt. Da nun aber gleichzeitig die physikalische und chemische Beschaffenheit des Nerven durch die Ätherbehandlung nicht wesentlich alterirt sein kann, wofür einerseits das vollkommene Gleichbleiben der Spannungsdifferenz zwischen Querschnitt und Längsschnitt, andererseits aber auch die Möglichkeit der raschen Wiederherstellung der normalen Lebenseigenschaften des Nerven nach Aufhören der Ätherwirkung spricht, so wird schon durch diese Thatsache allein der Vorstellung von der ausschliesslich physikalischen Natur des Elektrotonus eine wesentliche Stütze entzogen; denn es erscheint derselbe dann nicht allein abhängig von dem Erhaltensein der normalen Structurverhältnisse des Nerven, sondern auch wesentlich von dessen Leitungsvermögen.

Es lässt sich nun aber ausserdem stets zeigen, dass zu einer Zeit, wo während der Äthernarcose keine Spur elektrotonischer Wirkungen in grösserer Entfernung von der Reizstrecke nachgewiesen werden kann, in der Nähe derselben starke und gesetzmässige Elektrotonusströme vorhanden sind, deren Verhalten bei länger fortgesetztem Ätherisiren von grossem Interesse ist;

Bekanntlich lässt sich unter normalen Verhältnissen ausnahmslos eine sehr beträchtliche Verschiedenheit in der Stärke der zur Seite der Anode und Kathode hervortretenden elektromotorischen Wirkungen nachweisen, was inbesondere bei Anwendung schwacher und mittelstarker Kettenströme überaus deutlich ist. Daher kommt es, dass in einiger Entfernung von der Reizstrecke Ablenkungen im Sinne des Katelektrotonus oft gänzlich fehlen oder nur spurweise auftreten, während nach Wendung des Stromes unter sonst ganz gleichen Verhältnissen Anelektrotonus in sehr beträchtlicher Stärke vorhanden sein kann. Aber auch in der Nähe der Reizstrecke ist der Grössenunterschied der kat- und anelektrotonischen Ablenkungen immer sehr bedeutend und beträgt oft mehr als das Doppelte.

Dies ändert sich nun aber vollkommen unter dem Einfluss der fortschreitenden Ätherwirkung und zwar derart, dass die anelektrotonischen Ablenkungen bei stets gleicher Reizung rasch an Grösse abnehmen, während die Wirkungen des Katelektrotonus zunächst ganz unverändert bleiben oder sogar an Stärke etwas zunehmen. Es tritt dann in der Folge immer ein Zeitpunkt ein, wo die kat- und anelektrotonischen Ablenkungen sowohl hinsichtlich ihrer Grösse wie auch bezüglich ihres zeitlichen Verlaufes vollkommen gleich sind und, wie schon hier bemerkt sei, es dann auch bei jeder beliebigen Stromesintensität bleiben. Dabei ist hervorzuheben, dass die Zunahme der Ablenkungen bei wachsender Stromstärke in späteren Stadien der Äthernarcose nahezu proportional erfolgt. Setzt man die Narcose genügend lange fort, so werden schliesslich, wie es ja von vorneherein erwartet werden musste, auch die katelektrotonischen Wirkungen beeinflusst, allein die mit der Zeit zunehmende Verminderung der betreffenden Ablenkungen hält dann durchaus gleichen Schritt mit der gleichzeitigen Abnahme des Anelektrotonus.

Unterbricht man die Ätherwirkung erst zu einer Zeit, wo bereits jeder merkliche elektrotonische Reizerfolg verschwunden ist, so tritt niemals eine Wiederherstellung der normalen Lebenseigenschaften des Nerven ein, derselbe ist dann, wie sich sowohl durch die physiologische, wie auch durch die anatomische

Untersuchung herausstellt, als abgestorben zu betrachten, indem die Markscheide der einzelnen Fasern jene bekannten Zerklüftungen zeigt, welche für todte Nerven so charakteristisch sind. Wird dagegen das Präparat schon früher, unmittelbar nach erreichter Gleichheit der gegensinnigen, elektrotonischen Ablenkungen, der Einwirkung des Äthers entzogen und in eine geräumige, feuchte Kammer gebracht, so tritt alsbald Erholung ein, die sich zunächst durch ein rasches Zunehmen der Grösse der anelektrotonischen Ablenkungen bei völligem Gleichbleiben der Wirkungen des Katelektrotonus äussert. — Unter günstigen Umständen erfolgt an lebenskräftigen Präparaten nach vorsichtig durchgeführter Narcose eine vollständige Wiederherstellung der normalen Eigenschaften, insbesondere auch des Leitungsvermögens des Nerven; in anderen Fällen bleibt dagegen eine merkliche Schädigung zurück, die z. B. an Präparaten von Kaltfröschen sich dadurch äussert, dass die oben erwähnte negative Schwankung des Nervenstromes als galvanischer Ausdruck der Schliessungs- oder Öffnungsdauererregung nach Beendigung der Narcose sehr oft nicht wieder hervortritt, so dass sich der Nerve dann ganz ebenso wie ein von einem Warmfrosch stammendes Präparat verhält. Auch lässt sich nicht selten eine deutliche und bleibende Verminderung der negativen Schwankung bei tetanisirender Reizung mit Inductionsströmen nachweisen.

Als Belege für die vorstehend mitgetheilten Thatsachen mögen die in beistehender Tabelle enthaltenen Zahlenangaben dienen, welche sich auf Ablenkungen beziehen, die mittelst der Hermann-Meyer'schen Bussole unter gleichen Verhältnissen, wie bei den, Seite 25 f. mitgetheilten Versuchsreihen beobachtet wurden. *NS* bedeutet die Stärke des Nervenstromes, *E* die Zahl der (Daniell'schen) Elemente, *ZS* die Grösse der Zwischenstrecke, *SR* die Stromesrichtung.

Einzelner Nervus ischiadicus von *Rana temporaria* (Kaltfrosch).

| NS | E | ZS | SR | Ablenkung Schliessung | Ablenkung Öffnung | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 10 *mm* | ↓ | −25 | +3 | Vor Beginn der Narcose; die Grösse der Bussol-, Reiz- und Zwischenstrecke betrug je 10 *mm*. Die Bussolelektroden lagen in der Continuität des Nerven, die Reizelektroden am centralen Ende. |
| | | | ↑ | +46 | −5 | |
| „ | 2 | „ | ↓ | −48 | +2 | |
| | | | ↑ | +73 | −6 | |
| „ | 3 | „ | ↓ | −60 | +2 | |
| | | | ↑ | +96 | −7 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −30 | 0 | nach 12 Minuten dauernder Äthereinwirkung. |
| | | | ↑ | +30 | 0 | |
| „ | 2 | „ | ↓ | −53 | 0 | |
| | | | ↑ | +54 | 0 | |
| „ | 3 | „ | ↓ | −66 | 0 | |
| | | | ↑ | +65 | 0 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −24 | 0 | nach weiteren 10 Minuten. |
| | | | ↑ | +24 | 0 | |
| „ | 2 | „ | ↓ | −40 | 0 | |
| | | | ↑ | +41 | 0 | |
| „ | 3 | „ | ↓ | −60 | 0 | |
| | | | ↑ | +60 | 0 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −24 | 0 | 10 Minuten nach Aufhören der Ätherwirkung. |
| | | | ↑ | +37 | 0 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −24 | 0 | nach weiteren 10 Minuten. |
| | | | ↑ | +42 | −2 | |
| 12 *sc* | 1 | 9 *mm* | ↓ | −75 | +4 | 9h 55′ unmittelbar nach Beginn der Äthereinwirkung Grösse der Bussol-, Reiz- und Zwischenstrecke je 9 *mm*. Lage der Elektroden wie im vorigen Versuch. |
| | | | ↑ | +120 | −9 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −80 | 0 | 10h |
| | | | ↑ | +78 | −5 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −73 | 0 | 10h 5′ |
| | | | ↑ | +73 | −5 | |
| „ | 1 | „ | ↓ | −60 | 0 | 10h 12′ |
| | | | ↑ | +60 | −3 | |

| | *NS* | *E* | *ZS* | *SR* | Ablenkung | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Schliessung | Öffnung | |
| Einzelner Nervus ischiadicus von *Rana temporaria* (Kaltfrosch). | 10 | 1 | 9 *mm* | ↓ | −45 | 0 | 10h 17′ |
| | | | | ↑ | +46 | 0 | |
| | 6 | 1 | „ | ↓ | −30 | 0 | 10h 25′ |
| | | | | ↑ | +30 | 0 | |
| | „ | 1 | „ | ↓ | −17 | 0 | 10h 33′ |
| | | | | ↑ | +17 | 0 | |
| | 5 | 1 | „ | ↓ | −10 | 0 | 10h 40′ |
| | | | | ↑ | +10 | 0 | |
| | „ | 2 | „ | ↓ | −20 | 0 | 10h 41′ |
| | | | | ↑ | +20 | 0 | |
| | „ | 3 | „ | ↓ | −30 | 0 | 10h 42′ |
| | | | | ↑ | +30 | 0 | |

Man kann annehmen, dass die geschilderten Wirkungen nicht dem Äther allein zukommen, und einige wenige Versuche, die ich mit Chloroform anstellte, haben in der That ganz analoge Ergebnisse geliefert.

Doch empfiehlt sich die Anwendung des Äthers mehr, weil dessen Einwirkung langsamer und schonender erfolgt. Auch durch Ammoniakdämpfe konnte ich dieselben Veränderungen der elektrotonischen Erscheinungen erzielen, eine Restitution des normalen Verhaltens scheint aber in diesem Falle nicht mehr möglich zu sein. Ein brauchbares Mittel um die Leitungsfähigkeit des Nerven ohne Schädigung seiner Structur vorübergehend aufzuheben schien auch starke Abkühlung zu sein. Es ist jedoch ziemlich schwierig, dieselbe in einer für die beabsichtigten Versuche brauchbaren Weise zu ermöglichen, und ich habe daher vorläufig von der Untersuchung der elektrotonischen Erscheinungen unter diesen Verhältnissen abgesehen.

Bezüglich der Bedeutung, welche die zuletzt mitgetheilten Thatsachen für die theoretische Auffassung der elektrotonischen

Erscheinungen an markhaltigen Nerven besitzen, sei schliesslich nur weniges bemerkt.

Vom rein physikalischen Standpunkte bietet gerade die Erklärung des so auffallenden Unterschiedes der Stärke des An- und Katelektrotonus nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten und es dürfte dies in noch höherem Maasse bezüglich der Ausgleichung dieses Unterschiedes während der Narcose gelten. Dagegen ist nicht zu verkennen, dass alle beobachteten Erscheinungen sich sehr einfach unter der Voraussetzung erklären, dass der Elektrotonus markhaltiger Nerven zwei verschiedenen, gleichzeitig wirkenden Ursachen seine Entstehung verdankt. Zunächst bieten die Elektrotonusströme, welche man in jenem Stadium der Narcose beobachtet, wo die beiderseitigen Ablenkungen gleich gross erscheinen, durchaus jenes Verhalten dar, welches man unter Umständen beobachtet, wo nur von physikalischem Elektrotonus gesprochen werden kann und jede Mitbetheiligung physiologischer Zustandsänderungen von vorneherein gänzlich ausgeschlossen ist. Ich habe schon bei anderer Gelegenheit[1] erwähnt, dass die Füsse und Fühler des Krebses ganz ausgezeichnete Objecte für die Untersuchung des (physikalischen) Elektrotonus bilden und in dieser Beziehung gewiss den Vorzug vor allen künstlichen Vorrichtungen und selbst vor jenem natürlichen Objecte verdienen, an welchem Prof. Hering schon seit vielen Jahren den physikalischen Elektrotonus zu demonstriren pflegt, nämlich den langen und internodienfreien Halmen des Pfeifengrases, welche mit Wasser durchtränkt und mit conc. Kochsalzlösung gefüllt sind. Ohne Rücksicht auf die Theorie der betreffenden Erscheinungen soll im Folgenden eine derartige Versuchsreihe mitgetheilt werden, die sich auf einen in Alkohol aufbewahrten und vor dem Versuch in 0·6% Kochsalzlösung aufgeweichten Krebsfuss bezieht. Die Ähnlichkeit der elektrotonischen Erscheinungen mit denen, welche man unter gleichen Umständen an ätherisirten Nerven beobachtet, springt sofort in die Augen. Es gilt dies sowohl hinsichtlich der Gleichheit der an- und katelektrotonischen Ablenkungen wie auch bezüglich der mehr oder weniger angenäherten Proportionalität, welche bei einer gegebenen

[1] Diese Beiträge XX.

Lage der stromzuführenden und der Bussolelektroden zwischen der Grösse der betreffenden Wirkungen und der Stärke des Kettenstromes besteht.

| *E* | *ZS* | *SR* | Ablenkungen | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Schliessung | Öffnung | |
| 1. | 29 *mm* | ↓ | —38 | 0 | Die Länge der Bussol- und Reizstrecke betrug je 8 *mm*. Die erstere befand sich am peripheren Ende des Beines, die letztere am centralen. |
| | | ↑ | +38 | 0 | |
| 2. | „ | ↓ | —73 | 0 | |
| | | ↑ | +73 | 0 | |
| 3. | „ | ↓ | —110 | 0 | |
| | | ↑ | +110 | 0 | |
| 1. | 24 | ↓ | —85 | 0 | |
| | | ↑ | +85 | 0 | |
| 2. | „ | ↓ | —167 | 0 | |
| | | ↑ | +166 | 0 | |
| 3. | „ | ↓ | —250 | 0 | |
| | | ↑ | +250 | 0 | |

Es ist ferner auch darauf hinzuweisen, dass an normalen Nerven der Einfluss wechselnder Erregbarkeitszustände auf die Wirkungen des Elektrotonus in der Nähe der Reizstrecke im Ganzen nur gering ist, indem die Ablenkungen, insbesondere zur Seite der Kathode, unter sonst gleichen Verhältnissen an Nerven von Kalt- oder Warmfröschen fast gleich erscheinen, während dagegen das Hervortreten dem Elektrotonus gleichsinniger Wirkungen in grösserer Entfernung von der Reizstrecke vor Allem von dem Erregbarkeitszustande des Präparates abhängt, und erst in zweiter Linie von der Stärke des Stromes beeinflusst wird.

Von Wichtigkeit ist endlich auch das Verhalten der elektrotonischen Erscheinungen des marklosen Muschelnerven während der Äthernarcose, indem dasselbe ebenfalls zu Gunsten der hier vertretenen Auffassung des Elektrotonus markhaltiger Nerven spricht.

Da in jenem Falle Katelektrotonus in dem gewöhnlichen (physikalischen) Sinne gänzlich fehlt, und alle diesbezüglichen

Wirkungen, wie früher[1] gezeigt wurde, als unmittelbare Folgen der fortgeleiteten Erregung betrachtet werden müssen, so kommt hier wesentlich nur der Einfluss des Äthers auf die anelektrotonischen Erscheinungen in Betracht, deren übereinstimmendes Verhalten mit dem Anelektrotonus markhaltiger Nerven die Deutung wesentlich erschwert.

Alle Versuche, welche ich mit Rücksicht auf die angeregte Frage an Muschelnerven anstellte, führten nun übereinstimmend zu dem Resultate, dass nicht nur, wie von vorneherein zu erwarten war, die scheinbaren katelektrotonischen Wirkungen, sondern auch die Erfolge des Anelektrotonus durch Äther zum spurlosen Verschwinden gebracht werden können, und zwar zu einer Zeit, wo bei gehöriger Vorsicht in der Behandlung des Präparates eine vollkommene Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes gelingt. Es ist aber auf diesen letzteren Umstand besonderer Nachdruck zu legen, da ja anderen Falles der Einwand berechtigt sein würde, dass der Nerv zur Zeit der Prüfung bereits abgestorben war.

Wenn man daher, wie dieser Versuch zeigt, den Anelektrotonus markloser Nerven durch Ätherbehandlung bei erhaltener Restitutionsfähigkeit zum vollkommenen Verschwinden zu bringen vermag, während unter gleichen Umständen bei markhaltigen Nerven ein dem Katelektrotonus an derselben Stelle vollkommen gleicher Rest der ursprünglich viel stärkeren anelektrotonischen Wirkungen zurückbleibt, so erscheint es wohl mit Berücksichtigung aller anderen im Vorstehenden bereits erörterten Verhältnisse als die nächstliegende Annahme, dass die Erscheinungen des Anelektrotonus an markhaltigen Nerven das Resultat zweier gleichzeitig wirkender Ursachen darstellen, einerseits der physikalisch zu erklärenden Ausbreitung des Reizstromes und anderseits gewisser von der Anode aus sich durch Leitung verbreitenden physiologischen Zustandsänderungen des Nerven. Nur diese letzteren, durch deren gleichzeitiges Vorhandensein das Überwiegen des Anelektrotonus über den Katelektrotonus unter normalen Verhältnissen bedingt erscheint, werden zunächst durch die Narcose beeinflusst, während der „physikalische“ Elektro-

[1] Diese Beiträge, XIX.

tonus so lange unverändert bleibt, als die normale Structur des Nerven nicht wesentlich gestört wird. Dass ferner der Katelektrotonus markhaltiger Nerven durch die Behandlung mit Äther nur in geringem Maasse beeinflusst wird, ist wohl darauf zurückzuführen, dass die „physiologische Componente desselben", d. i. die fortgeleitete Erregung bei seiner Entstehung in der Mehrzahl der Fälle nur eine geringe Rolle spielt, indem ein länger anhaltender Erregungszustand während der Schliessungsdauer des Kettenstromes im Ganzen nur selten vorhanden ist, und auch dann nur einen geringen Einfluss auf die Erscheinungen des Katelektrotonus besitzen kann, wenn die Verhältnisse der Ausbreitung ähnliche sind, wie bei dem marklosen Muschelnerven.

## VIII. SITZUNG VOM 15. MÄRZ 1888.

Das w. M. Herr Prof. G. Bühler dankt für die ihm aus den Denkschriften dieser Classe überlassene Publication: „Canon der Finsternisse“ von Th. v. Oppolzer.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering in Prag übersendet eine vorläufige Mittheilung über eine von Dr. J. Singer in Gemeinschaft mit Dr. E. Münzer in Prag ausgeführte Experimentaluntersuchung: „Beitrag zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung“.

Das c. M. Herr Prof. R. Maly in Prag übersendet eine Arbeit: „Untersuchungen über die Oxydation des Eiweisses mit Kaliumpermanganat“. (II. Theil.)

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht folgende drei Abhandlungen:

1. „Über die Einwirkung von Citraconsäure auf die Naphtylamine“, von den Herren Th. Morawski und M. Gläser, und
2. „Über eine neue Darstellungsweise der Biguanide und über einige Derivate des Phenylbiguanid's, von den Herren A. Smolka und A. Friedreich, beide aus dem Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Bielitz.
3. „Eine neue Bestimmungsmethode des Mangans“, von Herrn Leopold Schneider, Adjunct am k. k. Probiramte in Wien.

Das w. M. Herr Hofrath C. Claus überreicht eine Abhandlung von Dr. Robert v. Schaub in Wien: „Über die Anatomie von *Hyrodroma*. (C. L. Koch.) Ein Beitrag zur Kenntnis der Hydrachniden“.

Herr Prof. Dr. E. Lippmann in Wien überreicht eine von ihm und Herrn F. Fleissner ausgeführte Arbeit: „Über Phenoldithiocarbonsäuren".

Herr Dr. J. Herzig in Wien überreicht eine von ihm und Dr. S. Zeisel ausgeführte Arbeit, betitelt: „Neue Beobachtungen über Desmotropie bei Phenolen. (I. Mittheilung.) Bisecundäres Pentaäthylphloroglucin".

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Chazarain, Les courants de la Polarité dans l'aimant et dans le corps humain. Paris, 1887; 8°.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCVII. Band. IV. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

# IX. SITZUNG VOM 12. APRIL 1888.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, welchen die kaiserliche Akademie durch das am 4., beziehungsweise 5. April d. J. erfolgte Ableben der beiden wirklichen Mitglieder, des Ministerialrathes Dr. Karl Werner in Wien und des Universitäts-Professors Dr. Hubert Leitgeb in Graz erlitten hat.

Die anwesenden Mitglieder erheben sich zum Zeichen des Beileides von ihren Sitzen.

Der Secretär legt folgende erschienene Publicationen vor:

Mittheilungen der Prähistorischen Commission der kais. Akademie der Wissenschaften. Nr. 1. — 1887.

Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe, XCVI. Bd., I. und III. Abtheilung vollständig; II. Abtheilung December-Heft 1887, somit ist dieser Band und Jahrgang ganz abgeschlossen.

Monatshefte für Chemie. II. Heft (Februar 1888).

Herr Prof. Dr. P. Salcher an der k. k. Marine-Akademie in Fiume dankt für die ihm zur Durchführung seiner Versuche über die Projectile von dieser Classe bewilligte Subvention.

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Regierungsrathes Prof. Dr. F. Mertens in Graz: „Über die invarianten Gebilde einer ternären cubischen Form."

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. C. Freih. v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung „Die fossile Flora von Leoben in Steiermark." (II. Theil und Schluss).

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet folgende zwei Mittheilungen:

1. „Notiz über gewisse binäre Formen, durch welche sich keine Potenzen von Primzahlen darstellen lassen.“
2. Notiz über die Anzahl der Primzahlen.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Magnetische Ortsbestimmungen“, ausgeführt mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie an den südöstlichen Grenzen Österreich-Ungarns, von Herrn Eugen Gelcich, Director an der k. k. nautischen Schule in Lussin piccolo.
2. „Bacteriologisch-chemische Untersuchungen einiger Spaltpilzarten“, Arbeit aus dem Laboratorium für medicinische Chemie des Prof. M. Nencki in Bern, von Herrn James Kunz.
3. Untersuchungen über die Gruppe der Süsswasser-Turbellarien (in böhm. Sprache), von Herrn phil. cand. Emil Sekera, d. Z. in Hlinsko (Böhmen).

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Heinrich Gravé, Civil-Ingenieur in Fünfhaus (Wien) vor, mit der Inhaltsangabe:

„Die auf die Senkung des Grundwasserspiegels einwirkenden Verhältnisse und der Einfluss des Nullpunktes bei Flusspegeln auf die Beurtheilung der Wasserverhältnisse.“

Zugleich theilt der Secretär mit, dass der k. k. Feldmarschalllieutenant Herr J. Rośkiewicz in Graz sein in der Sitzung vom 6. Mai 1886 hinterlegtes versiegeltes Schreiben mit der Aufschrift: „Ermittlung des Curses und der Fahrgeschwindigkeit eines Schiffes von einem Standpunkte der Küste aus“ zurückgezogen hat.

Offene Mittheilungen sind eingelangt:

1. Von Herrn Constantin Emanuel in Constantinopel: „*L'annulation alternative d'une force motrice par l'interposition alternative, entre cette force et le piston sur lequel elle agit d'un solide à l'état d'extrême division.*“

2. Von Herrn K. F. v. Siethoff in Arnhem (Holland): Proben über seine Versuche, die Wirkung der positiven und negativen Elektricität graphisch darzustellen.

Das w. M. Herr Prof. Loschmidt überreicht im physikalisch-chemischen Universitätslaboratorium gefertigte Mikrophotogramme von pathogenen Bacterien.

Herr Prof. Loschmidt überreicht ferner eine von Herrn J. C. Pürthner im physikalisch-chemischen Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Methode und Apparat zur Erzeugung gleichgerichteter Inductionsströme, sowie Anwendung derselben zur Widerstandsbestimmung der Elektrolyte."

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

I. „Über die Darstellung von Normalvalerian- und von Dipropylessigsäure aus Malonsäureester und die Löslichkeit einiger Salze derselben", von Ernst Fürth;

II. „Über das Cubebin", II. Abhandlung, von Dr. C. Pomeranz.

Das w. M. Herr Hofrath A. v. Kerner überreicht eine Abhandlung: „Über die Verbreitung von Quarzgeschiebe durch Auer- und Birkhühner."

Herr Dr. Guido Goldschmiedt überreicht eine von ihm im I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeit: „Untersuchungen über Papaverin" (VI. Abhandlung).

Herr Dr. Max Mandl in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über eine algebraische Deutung des Legendre'schen Symbols und das quadratische Reciprocitätsgesetz."

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Rośkiewicz, J., Über Kriegs-Distanzmesser. (Mit 3 Tafeln). Graz, 1888; 8°.

Boehmer. G. St., Elektrische Erscheinungen in den Rocky Mountains. (Abhandlung als Manuscript). Washington, 1888; Folio.

## X. SITZUNG VOM 19. APRIL 1888.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 16. April d. J. erfolgten Ableben des correspondirenden Mitgliedes dieser Classe Herrn Universitätsprofessor Dr. Sigmund v. Wroblewski in Krakau.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Herr Prof. Dr. F. Toula in Wien dankt für die ihm zum Abschlusse seiner geologischen Aufnahme des Balkan bewilligte Reise-Subvention — und Herr D. J. E. Polak in Wien dankt für einen Subventions-Beitrag, welchen die kaiserl. Akademie zu einer von ihm ausgerüsteten Studienreise des Dr. A. Rodler in das Bachtiaren-Gebirge bewilligt hat.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet folgende zwei Abhandlungen:

1. „Zahlentheoretische Notiz."
2. „Note über das quadratische Reciprocitätsgesetz."

Das c. M. Herr Prof. R. Maly in Prag übersendet eine Abhandlung des suppl. Professors an der k. k. techn. Hochschule in Graz Herrn Friedrich Emich: „Über die Amide der Kohlensäure im weitesten Sinne des Wortes".

Herr Prof. Dr. R. Pribram in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über den Einfluss der Gegenwart inactiver Substanzen auf die polaristrobometrische Bestimmung des Traubenzuckers".

Herr Prof. Dr. Zd. H. Skraup in Graz übersendet eine im chemischen Institute der k. k. Universität in Graz durchgeführte Arbeit des Herrn Privatdocenten Dr. Hugo Schrötter: „Über

die Einwirkung verdünnter Mineralsäuren auf Zuckersäure".

Der Secretär legt ein von Herrn F. Schulze in Brooklyn (N. Y.) eingelangtes versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität mit der Aufschrift: „Faraday" vor.

Das w. M. Herr Prof V. v. Lang legt eine ihm von Prof. Dr. J. Puluj in Prag übersendete Abhandlung vor, betitelt: „Beitrag zur unipolaren Induction".

Herr Dr. Guido Goldschmiedt überreicht eine Arbeit: „Untersuchungen über Papaverin" (VII. Abhandlung).

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCVII. Band. V. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## XI. SITZUNG VOM 3. MAI 1888.

Das c. M. Herr Prof. R. Maly an der k. k. deutschen Universität in Prag übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Carl v. Kutschig: „Über ein Einwirkungsproduct von Phosphorpentasulfid auf Harnstoff."

Herr Prof. Dr. Veit Graber in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Vergleichende Studien über die Keimhüllen und die Rückenbildung der Insecten."

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung von Herrn Karl Schober, k. k. Realschullehrer in Triest: „Zur Polartheorie der Kegelschnitte" vor.

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr überreicht eine Abhandlung des Herrn Regierungsrathes Prof. Dr. F. Mertens in Graz, betitelt: „Invariante Gebilde von Nullsystemen."

Das w. M. Herr Hofrath C. Claus überreicht eine Abhandlung von Herrn Dr. Alexander Rosoll in Wien: „Über zwei neue, an Echinodermen lebende parasitische Copepoden: *Ascomyzon comatulae* und *Astericola Clausii*."

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak überreicht eine vorläufige Mittheilung des Herrn Prof. C. Dölter in Graz: „Über Glimmerbildung durch Zusammenschmelzen von Magnesiasilicaten mit Fluoralkalien, sowie über einige weitere Silicat-Synthesen".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine aus Krakau eingesandte Abhandlung des Herrn Dr. Ernst v. Bandrowski: „Über die Einwirkung von Anilin auf Chinonphenylimid und Diphenylparazophenylen; Synthese des Dianilidochinonanils und des Azophenins."

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. A. Weiss überreicht als weiteren Beitrag der Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. deutschen Universität in Prag eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss des Cholesterins", von dem Assistenten dieses Institutes Herrn Fr. Reinitzer.

Herr Prof. Dr. Franz Toula von der k. k. technischen Hochschule in Wien überreicht den Schlussbericht über seine im Spätsommer 1884 im Auftrage der kaiserlichen Akademie und mit Unterstützung von Seite des hohen Ministeriums für Cultus und Unterricht ausgeführte Reise in den centralen Balkan.

Herr Joachim Steiner, k. k. Genie-Oberlieutenant und Lehrer an der Militär-Oberrealschule in Weisskirchen, macht eine vorläufige Mittheilung über die von ihm erfundenen akustischen Tasten-Instrumente.

Hierauf entwickelt Herr Oberlieutenant Dr. Leopold Austerlitz, Lehrer desselben Institutes, die Grundzüge eines Tonsystems mit einer gleichschwebenden Temperatur höherer Ordnung auf mathematisch-physikalischer Basis.

## XII. SITZUNG VOM 11. MAI 1888.

Das w. M. Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine von Dr. Hans Jahn in dem chemischen Institute der Universität in Graz ausgeführte Untersuchung: „Über die an der Grenzfläche heterogener Leiter auftretenden localen Wärmeerscheinungen".

Herr Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Lehre der Athmungsinnervation. (IX. Mittheilung.) Über die Lage des Athemcentrums".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine im chem. Institut der Universität in Graz von Dr. Gustav Pum ausgeführte Untersuchung, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss ungesättigter Säuren".

Der Secretär übergibt eine vorläufige Mittheilung von Herrn Dr. Alfred Rodler, Assistent an der geologischen Lehrkanzel der Universität in Wien, über ein im Privatbesitze des Dr. J. E. Polak befindliches Schädelfragment, dessen Fundort das Knochenfeld von Maragha am Urmiasee in Nordpersien ist.

Herr Regierungsrath Prof. Dr. A. Bauer überreicht drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten, und zwar:

I. Über trocknende Öle, von A. Bauer und K. Hazura.

II. Über trocknende Ölsäuren (VII. Abhandlung), von K. Hazura und A. Grüssner.

III. Über die Oxydation ungesättigter Fettsäuren mit Kaliumpermanganat, von K. Hazura.

## XIII. SITZUNG VOM 17. MAI 1888.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter setzt die Akademie mit hohem Erlasse vom 10. Mai in Kenntniss, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog Curator in der diesjährigen feierlichen Sitzung am 30. Mai erscheinen und dieselbe mit einer Ansprache eröffnen werde.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die linearen Transformationen des tetraedralen Complexes in sich", von Herrn Prof. Adolf Ameseder an der k. k. technischen Hochschule in Graz.
2. „Über die Piperidin-Farbstoffe", Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Lemberg, von Herrn Dr. Br. Lachowicz.

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr überreicht eine Abhandlung, „Über Raumcurven fünfter Ordnung vom Geschlechte Eins" (III. Mittheilung).

Ferner überreicht Herr Prof. Weyr eine Abhandlung von Herrn Regierungsrath Prof. Dr. F. Mertens in Graz: „Über die Ermittelung der Theiler einer ganzen ganzzahligen Function einer Veränderlichen".

Der Secretär überreicht eine Abhandlung des Assistenten am geologischen Museum der k. k. Universität in Wien, Herrn Dr. Alfred Rodler, betitelt: „Einige Bemerkungen zur Geologie Nordpersiens".

### Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Circolo Matematico di Palermo, Rendiconti, Tomo I, (Marzo 1884 — Luglio 1887); Fasc. I. (Gennajo-Febbrajo); Fasc. II. (Marzo—Aprile), Palermo, 1888; 4°.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**XCVII. Band. VI. Heft.**

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## XIV. SITZUNG VOM 7. JUNI 1888.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Arbeit aus dem physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. XXIII. Mittheilung. Über secundäre Erregung vom Muskel zum Muskel", von Prof. Dr. Wilh. Biedermann.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. C. Freiherr v. Ettingshausen übersendet eine Abhandlung von Prof. Dr. Ladislaus Szajnocha in Krakau: „Über fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der argentinischen Republik".

Herr P. C. Puschl, Stiftscapitular in Seitenstetten, übersendet folgende zwei Abhandlungen:

1. „Über das Verhalten comprimirter Flüssigkeiten".
2. „Über das Verhalten des gespannten Kautschuks".

Herr Prof. Dr. Richard Přibram übersendet eine im chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Czernowitz ausgeführte Arbeit: „Über die durch inactive Substanzen bewirkte Änderung der Rotation der Weinsäure und über Anwendung des Polaristrobometers bei der Analyse inactiver Substanzen".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über osculirende Kegelschnitte" (I.), von Prof. Wilh. Binder an der n.-ö. Landes-Oberreal- und höheren Fachschule für Maschinenwesen in Wiener Neustadt.
2. „Spongienschichten im mittelböhmischen Praecarbon," von Herrn Friedrich Katzer, emerit. Hochschulassistent in Prag.

3. „Über die Verbindungen der organischen Basen mit den Salzen der schweren Metalle", Arbeit aus dem k. k. chemischen Universitätslaboratorium in Lemberg von Dr. Br. Lachowicz und Dr. Fr. Bandrowski.

Herr Dr. C. Schierholz in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über Entwicklung der Unioniden".

Herr Dr. Rudolf Benedikt überreicht drei Arbeiten aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien:

1. „Über die Bestimmung des Glyceringehaltes von Rohglycerinen", von R. Benedikt und M. Cantor.
2. „Über die Oxydation des β-Naphtols zu *o*-Zimmtcarbonsäure", von E. Ehrlich und R. Benedikt.
3. „Zur Kenntniss des Destillat-Stearins", vorläufige Mittheilung von R. Benedikt.

Herr Alexander Lainer, Lehrer an der k. k. Lehr- und Versuchs-Anstalt für Photographie und Reproduction in Wien, überreicht eine im Laboratorium dieser Anstalt ausgeführte Arbeit: „Über die Verwendung des salzsauren Hydroxylamins in der quantitativen Analyse".

## Selbständige Werke, oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Guerne Jules de, Excursions zoologiques dans les Iles de Fayal et de San Miguel. (Campagnes scientifique du Yacht Monégasque „L'Hirondelle"). IIIème année 1887. Paris, 1888; 8°.

# Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

Aus dem physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag.

Dreiundzwanzigste Mittheilung.

## Über secundäre Erregung vom Muskel zum Muskel

von

Dr. **Wilhelm Biedermann**,
*a. o. Professor der Physiologie.*

Gewiss dürfte schon manchem Physiologen gelegentlich die ausserordentliche Erregbarkeit aufgefallen sein, durch welche sich vertrocknende Froschmuskeln unter Umständen auszeichnen; doch liegt, so viel mir bekannt geworden ist, bisher keine eingehendere Untersuchung über die betreffenden, höchst auffälligen Erscheinungen vor, welche meines Wissens nur von Seite Grünhagen's in der von ihm herausgegebenen sechsten Auflage von Funkes Lehrbuch Erwähnung finden. Es heisst daselbst Bd. I, S. 679: „Die Empfindlichkeit gegen mechanische Erregung wird bei Froschmuskeln ungemein gesteigert, wenn man dieselben auf 0° abkühlt oder auch durch allmähliche Vertrocknung eines Theiles ihres Wassers beraubt. Im ersteren Falle ruft jede leise Berührung mit der Fingerspitze sofort eine kräftige Contraction, im letzteren einen lange anhaltenden, kräftigen Tetanus hervor, welcher mit den gleichen, durch den stromprüfenden Schenkel nachzuweisenden, elektrischen Schwankungen verbunden ist, wie jeder andere, auf gewöhnlichem Wege vom Nerven aus bewirkte Tetanus."

Im hiesigen Laboratorium gehören diese Thatsachen seit Jahren zu den wohlbekannten Erscheinungen und ich hatte selbst schon eine genauere Untersuchung geplant, von deren Weiterführung mich jedoch schliesslich gewisse noch zu erwähnende Bedenken zurückhielten. Die interessanten Beobachtungen von Kühne,[1] durch welche die Möglichkeit secundärer Erregung vom Muskel zum Muskel unter gewissen Umständen bewiesen wurde, lenkten meine Aufmerksamkeit neuerdings diesem Gegenstande zu und waren für mich die unmittelbare Veranlassung zu den im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen und Versuchen.

Lässt man todte, enthäutete Frösche oder auch nur Theile von solchen mehrere Stunden bei nicht zu hoher Aussentemperatur frei der Luft ausgesetzt liegen, so dass die Muskeln an der Oberfläche allmählich eintrocknen, so gewinnen dieselben in einem gewissen Stadium der Vertrocknung sehr auffallende Eigenschaften, durch welche sie sich auf das schärfste von normalen Muskeln unterscheiden, selbst wenn sich diese im Zustande höchster Erregbarkeit befinden. Während hier jeder möglichst localisirte mechanische oder elektrische Reiz nur eine beschränkte Erregung der unmittelbar getroffenen Faserbündel zur Folge hat, bewirkt dort eine gleichartige und zwar sehr viel schwächere Reizung nicht nur, wie dies auch Grünhagen angibt, eine äusserst kräftige und zugleich lange anhaltende Dauerverkürzung des ganzen, direct getroffenen Muskels, sondern man sieht in sehr vielen Fällen auch andere anliegende Muskeln gleichzeitig mit in Thätigkeit gerathen, so dass es zu höchst energischen Bewegungen und Lageveränderungen der betreffenden Extremität kommt, die oft ganz den Eindruck reflectorisch oder willkürlich ausgelöster Bewegungen machen. Nicht selten ist die Erregbarkeit in so hohem Masse gesteigert, dass schon eine leichte Erschütterung etwa durch Aufsetzen des Tellers, auf welchem enthäutete Froschreste liegen, genügend erscheint, um gewisse Muskeln in anhaltende Contractur zu versetzen, immer jedoch reicht eine leichte Berührung der trockenen Oberfläche hin, um diesen Erfolg herbeizuführen. Bisweilen verkürzt sich

[1] Zeitschrift für Biologie XXII.

anfangs nur der direct vom Reiz getroffene Muskel, während andere anliegende Muskeln erst etwas später in Miterregung versetzt werden. Handelt es sich in einem solchen Falle um antagonistisch wirkende Gruppen, so kann je nach dem Überwiegen der einen oder andern ein plötzlicher Wechsel in der Stellung der betreffenden Extremität eintreten. Wie schon erwähnt, zeichnen sich alle derartigen Contractionen durch ihre sehr verlängerte Dauer aus, die sich unter Umständen über Minuten erstreckt.

Es erinnert dieses eigenthümliche Verhalten sehr an jene Veränderungen, wie sie durch Vergiftung mit Veratrin bewirkt werden. Sind die Muskeln wieder erschlafft, was in der Regel plötzlich und gleichzeitig in allen erregt gewesenen Theilen stattfindet, so bewirkt unmittelbar nachher ein etwa gleichstarker Reiz von gleicher Stelle wie vorher nur eine schwächere und insbesondere auch weniger ausgebreitete Contraction von wesentlich kürzerer Dauer. Schaltet man jedoch zwischen je zwei Reizversuche eine längere Pause ein, so lassen sich dieselben Erscheinungen in gleicher Weise wie bei der ersten Reizung oft hintereinander beobachten.

Dass das geschilderte Verhalten vertrocknender Muskeln hauptsächlich durch den Wasserverlust der oberflächlichen Faserschichten bedingt wird, lässt sich leicht zeigen, wenn man jene Stellen eines Präparates, die sich bei mechanischer oder elektrischer Reizung als die empfindlichsten erwiesen, mit physiologischer Kochsalzlösung befeuchtet, worauf die charakteristischen Erfolge sehr bald dauernd verschwinden, obschon es nach wie vor gelingt, dieselben von anderen trockenen Stellen aus zu erzielen.

Hinsichtlich des Grades der Vertrocknung ist zu bemerken, dass, obschon die beschriebenen Versuche selbst noch an Fröschen gelingen, welche enthäutet länger als 24 Stunden der Luft ausgesetzt blieben, ein weniger starker Wasserverlust im Allgemeinen schon desshalb günstiger wirkt, weil die Contraction der Muskeln bei zu starker Vertrocknung durch die sich bildende steife, wenig nachgiebige Rinde mechanisch behindert wird.

Wenn es auf Grund der mitgetheilten Thatsachen nicht zweifelhaft sein kann, dass die Erregbarkeit eintrocknender Muskeln in einem ganz ungewöhnlichen Maasse gesteigert ist, so bleibt es doch fraglich, ob dieser Umstand allein ausreicht, um alle Erscheinungen zu erklären. Dies gilt vor allem bezüglich der auffallenden Ausbreitung einer möglichst beschränkten örtlichen Erregung, einer Erscheinung, die an normalen Muskeln niemals beobachtet wird und die den Gedanken an die Möglichkeit einer physiologischen Querleitung durch secundäre Erregung von Faser zu Faser, beziehungsweise von Muskel zu Muskel unmittelbar wachruft. — Mit Rücksicht darauf, dass bis auf Kühne's gelungene Versuche alle Bemühungen eine derartige secundäre Erregung zu erreichen, erfolglos geblieben waren, schien jedoch die grösste Vorsicht geboten und musste insbesondere der naheliegende Einwand sicher ausgeschlossen werden, dass die in Rede stehenden Erscheinungen nur durch mechanische Miterregung in Folge der unvermeidlichen Dehnung und Zerrung anliegender Faserbündeln oder ganzer Muskeln bewirkt werden. Bei der so überaus gesteigerten Empfindlichkeit für mechanische Reize hatte diese Vermuthung von vornherein viel Wahrscheinlichkeit für sich, obschon sich dagegen die oben bereits erwähnte Ungleichzeitigkeit im Beginn der Verkürzung verschiedener einander berührender Muskeln, sowie die Thatsache geltend machen liess, dass absichtlich herbeigeführte rasche Bewegungen der Glieder in den meisten Fällen doch keine Erregung der passiv gedehnten Muskeln bewirken. Immerhin konnten diese Thatsachen für sich allein noch keineswegs als ein strenger oder auch nur ausreichender Beweis dafür angesehen werden, dass es sich bei den in Rede stehenden Erscheinungen um secundäre Miterregung handelt. Ein solcher konnte offenbar nur durch eine eingehende Untersuchung an isolirten, getrockneten Muskeln geliefert werden, von welcher mich seinerzeit die eben erörterten Bedenken zurückhielten, die ich nicht mit hinreichender Sicherheit ausschliessen zu können glaubte. Nachdem jedoch einmal die Möglichkeit secundärer Erregung vom Muskel zum Muskel auch mit Hilfe einer anderen einwurfsfreien Methode durch Kühne festgestellt war, schien

mir eine Weiterführung der früher begonnenen Versuche doch geboten.

Sämmtliche, im Folgenden zu beschreibende Versuche und Beobachtungen sind während der Monate März und April an durch Curare entnervten Sartorien von *R. temporaria* angestellt, welche Species sich meinen Erfahrungen zufolge hiezu viel besser eignet, als *R. esculenta*. Die Frösche wurden nach Eintritt vollständiger Lähmung decapitirt und nach Entfernung der Eingeweide enthäutet. Sie blieben hierauf (in Rückenlage) auf einer reinen, trockenen Glasplatte ausgebreitet, während drei bis fünf Stunden in einem ungeheizten Zimmer (bei etwa 10° C.) frei der Luft ausgesetzt oder ich liess sie unter einem sehr geräumigen durch einige Korkstückchen unterstützten Glassturz, während einer Nacht (12—16 Stunden) stehen. Im einen, wie im anderen Falle darf die Austrocknung nur soweit gehen, dass die im frischen Zustande glatte, spiegelnde Oberfläche der blossgelegten Muskeln matt und glanzlos erscheint.

Um sich von der Brauchbarkeit der Präparate vorläufig zu überzeugen, genügt es an irgend einem Muskel die Wirksamkeit eines leichten mechanischen Reizes zu prüfen. Derselbe muss dann wenigstens eine Totalverkürzung des direct getroffenen Muskels zur Folge haben. Die folgende Präparation der beiden Sartorii bietet unter diesen Umständen oft ziemliche Schwierigkeiten, da dieselben nicht nur bei directer Berührung, sondern auch bei jeder Verkürzung der umliegenden Muskeln in langanhaltende Contractur gerathen; es ist dies um so störender, je mehr die Muskeln bereits vertrocknet sind und ist schon aus diesem Grunde darauf zu achten, dass die Herstellung der Präparate zur richtigen Zeit vorgenommen wird. Es könnte scheinen, als seien diese Schwierigkeiten leicht dadurch zu umgehen, dass man die Muskeln frisch isolirt und nun erst trocknen lässt. Indessen lehrt die Erfahrung, dass die Empfindlichkeit der Präparate in diesem Falle bei weitem nicht jenen hohen Grad erreicht wie dann, wenn die Muskeln zunächst in situ bleiben, wobei der Wasserverlust offenbar viel allmählicher erfolgt, welcher Umstand günstig zu wirken scheint. Man überzeugt sich leicht, dass rasches Trocknen isolirter Muskeln oder ganzer, enthäuteter Oberschenkel über Schwefelsäure oder Chlor-

calcium nur ausnahmsweise zu befriedigenden Resultaten führt. In der Regel präparirte ich die Muskeln im Zusammenhang mit den zugehörigen Unterschenkelknochen und schnitt sie möglichst nahe an ihrem Beckenende ab. Ich bemerke gleich hier, dass es für das Gelingen der Versuche ziemlich gleichgiltig ist, ob der obere Querschnitt die Muskelsubstanz selbst oder nur die Sehne trifft, ob also ein starker Demarcationsstrom vorhanden ist, oder nicht.

Legt man einen in der angegebenen Weise vorbereiteten M. sartorius so auf eine trockene Glasplatte, dass die fascienlose Innenseite nach unten gekehrt ist, so lassen sich sofort und mit den einfachsten Mitteln eine Reihe von Thatsachen feststellen, welche ein derartiges Präparat in schärfster Weise von einem normalen, wenn auch noch so erregbaren Muskel unterscheiden lassen. Reizt man etwa mit einer Nadelspitze an irgend einer Stelle des Innen- oder Aussenrandes die demselben zunächst liegenden Fasern, so tritt in der Regel sofort eine kräftige Zusammenziehung des ganzen Muskels ein, so dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die Erregung, welche ursprünglich nur auf wenige Primitivfasern beschränkt war, sich in irgend einer Weise auch allen übrigen mittheilt.

Über die Dauer der Verkürzung lässt sich bei dieser Versuchsanordnung nur soviel mit Sicherheit sagen, dass es sich nicht um eine rasch verlaufende einmalige Zuckung, wie unter normalen Verhältnissen, sondern um eine länger dauernde Zusammenziehung (Contractur) des Muskels handelt. Genaueren Aufschluss über diesen Punkt gibt die Wiederholung desselben Versuches an dem frei hängenden, am einen oder anderen Ende leicht belasteten Muskel. Es zeigt sich dann, dass die Contractionsform bei einer möglichst kurz dauernden, mechanischen Reizung immer einer mehr oder weniger lang anhaltenden tetanischen Verkürzung entspricht, die meist vollkommen stetig sich gegen das Ende zuweilen in eine unregelmässige Folge von Zuckungen auflöst, worauf fast immer ganz plötzlich Ruhe eintritt. Wie an dem ganzen Schenkel, so beobachtet man auch hier eine allmähliche Abnahme der Contractionsdauer, wenn die Versuche mehrmals hintereinander ohne längere Pausen an einem und demselben Präparate wiederholt werden.

Vergleicht man beiläufig die Stärke des Druckes, welcher erforderlich ist, um eine partielle Erregung des normalen Sartorius zu bewirken, mit der leichten Berührung, welche im geeigneten Falle bereits eine kräftige Zusammenziehung des ganzen, trockenen Muskels auslöst, so kann es nicht zweifelhaft bleiben, dass die Erregbarkeit des letzteren in Folge des Wasserverlustes hochgradig gesteigert ist. Dieselbe Thatsache lässt sich noch sicherer mit Hilfe des fein abzustufenden elektrischen Reizes nachweisen, besonders wenn man sich der von Kühne[1] angegebenen „unipolaren" Methode bedient, welche zugleich den Einwand einer directen Miterregung entfernter gelegener Fasern sicher auszuschliessen gestattet.

Man lege zwei Sartorii, einen normalen und einen vertrocknenden, neben einander auf eine isolirte Metallplatte, welche mit dem einen Pol der secundären Spirale eines Inductionsapparates dauernd verbunden bleibt, während der andere mit der Gasleitung in Verbindung steht; durch Abtasten mit der Spitze einer Nadel, die mit der Hand gefasst wird, kann man nun leicht ganz isolirte Erregungen einzelner Faserbündel des normalen Muskels erzielen und auf diese Weise die Oberfläche desselben mit schmalen Furchen durchziehen.

Ganz anders verhält es sich dagegen, wenn man denselben Versuch an dem trockenen Muskel wiederholt, der einerseits immer schon bei geringerem Rollenabstande, vor allem aber stets in toto sich contrahirt.

Wie die Eingangs besprochenen Versuche an ganzen, enthäuteten Oberschenkeln, können auch die eben erwähnten Erscheinungen am isolirten vertrocknenden Muskel für die Annahme einer physiologischen Querleitung durch secundäre Erregung von Faser zu Faser nicht als streng beweisend angesehen werden, wenn sie dieselbe auch schon sehr wahrscheinlich machen, da eine mechanische Miterregung der nicht direct gereizten Fasern dadurch ziemlich sicher ausgeschlossen erscheint, dass der Muskel beträchtliche Zerrungen erträgt, ohne dadurch erregt zu werden.

---

[1] Unters. aus dem physiol. Inst. der Univ. Heidelberg III. S. 21.

Man kann den Versuchen eine noch viel überzeugendere Form geben, wenn man den Muskel der Länge nach theilweise schlitzt (Kühne's „Zweizipfelversuch") und nur den einen Zipfel direct elektrisch oder mechanisch reizt. Man sieht dann regelmässig beide Zipfel sich gleichzeitig contrahiren und da der Versuch bisweilen noch gelingt, wenn die verbindende Muskelbrücke kaum $^1/_2$ *cm* lang ist, so dürfte die mechanische Wirkung des direct gereizten Faserbündels auf die benachbarte Hälfte kaum genügend sein, um innerhalb der kurzen Strecke, in der sie sich allein noch geltend zu machen vermag, eine wirksame Miterregung herbeizuführen. Der Zweizipfelversuch bietet auch Gelegenheit, die Wirksamkeit der elektrischen Reizung in Form der Hering'schen Querschnittsreizung zu zeigen. Man braucht nämlich nur auf das mit einem frischen Querschnitt versehene Ende des einen Zipfels einen Tropfen 0·6% Kochsalzlösung fallen zu lassen, um sofort auch den anderen sich contrahiren zu sehen.

Aus dem bisher Mitgetheilten ergibt sich die fast vollständige Übereinstimmung, welche bezüglich des Verhaltens eines isolirten, vertrocknenden und eines frischen, partiell gepressten Sartorius besteht.

Dies zeigt sich ebenso bei Versuchen, bei welchen die Übertragung der Erregung von einem Sartorius auf einen zweiten ihm dicht anliegenden bewerkstelligt wird. Auch hier könnte ich mich eigentlich darauf beschränken zu erwähnen, dass die Übereinstimmung mit dem Verhalten theilweise aufeinander gepresster Muskeln eine in jeder Hinsicht vollkommene ist. Demungeachtet will ich einige Versuche etwas ausführlicher besprechen, weil sich dabei erwünschte Gelegenheit bietet, gewisse Einwände genauer zu erörtern und Einzelheiten hervorzuheben, welche für das Gelingen der Versuche von wesentlicher Bedeutung sind.

Hat man zwei Muskelpräparate zur Verfügung, von denen jedes einzelne in der geschilderten Weise reagirt und legt man dieselben mit den breiten, unversehrten oder auch mit künstlichem Querschnitte versehenen Beckenenden derart zusammen, dass die trockenen Aussenseiten beider sich in einer Ausdehnung von etwa 1 *cm* dicht berühren, so verhalten sich beide

Muskeln nunmehr wie ein Ganzes, wie eine in sich zusammenhängende, allseitig leitende, erregbare Masse. Jede durch einen noch so beschränkten Reiz ausgelöste Erregung des einen Muskels überträgt sich nicht nur in diesem selbst von Faser zu Faser, sondern der in seiner Gesammtheit zuckende, primär gereizte Muskel versetzt sofort auch den anderen in secundäre Miterregung.

Oft bietet sich schon bei Herstellung der Präparate Gelegenheit, die Übertragung der Erregung von einem Muskel auf einen andern benachbarten in einer ganz überzeugenden Weise zu beobachten: Es kommt nämlich sehr oft vor, dass der zu etwa zwei Drittheilen seiner Länge frei präparirte Sartorius, der also nur noch an seinem Beckenende mit anderen Muskeln in natürlicher Verbindung steht, bei jeder durch directe (mechanische) Reizung bewirkten Contraction der Strecker oder Beuger mitzuckt; da dies auch dann der Fall ist, wenn die frei präparirte Muskelstrecke in keiner unmittelbaren Berührung mit jenen steht, so kann die Übertragung der Erregung nur innerhalb des kurzen oberen Abschnittes vermittelt werden, wo die Bedingungen für eine mechanische Reizung von Seite der benachbarten Muskeln offenbar wenig günstig sind.

Es wurde schon erwähnt, dass, wenn man zwei vollständig isolirte Sartorii zu den Versuchen benützt, auf die gegenseitige Lage des primären und secundären Präparates im Ganzen nur wenig ankommt. Doch scheint im Allgemeinen jene die günstigste zu sein, bei welcher die mit Querschnitt versehenen oder auch unverletzten, wenngleich in der Regel nicht ganz stromlosen Beckenenden beider Muskeln gleichgerichtet liegen.

Weniger sicher scheinen die Versuche zu gelingen, wenn man beide Muskeln derart aneinander legt, dass der eine in die Verlängerung des anderen, ihre beiden oberen Endstücke aber etwa 1 *cm* lang dicht aneinander zu liegen kommen. Es würde dies darauf schliessen lassen, dass die fast immer vorhandene elektrische Spannungsdifferenz am Beckenende die secundäre Erregung vom Muskel zum Muskel in ähnlicher Weise unterstützt, wie bei dem Hering'schen Versuch der secundären Erregung von Nerv zu Nerv. Doch bleibt der wesentliche Unterschied bestehen, dass bei den in Rede stehenden Versuchen an

trocknenden Muskeln das Vorhandensein eines Demarcationsstromes nicht wie dort eine nothwendige Vorbedingung ist, wie insbesondere auch der Umstand lehrt, dass bei hinreichend empfindlichen Präparaten die gegenseitige Erregung auch dann nicht ausbleibt, wenn die Faserrichtung der beiden (mit ihren mittleren Abschnitten) aneinandergeschmiegten Muskeln sich kreuzt. Ebenso gelingt der Versuch, einen gänzlich unversehrten, noch in seiner natürlichen Lage befindlichen Muskel dadurch secundär zu erregen, dass man an irgend einer Stelle seiner trockenen Oberfläche das möglichst unversehrte Beckenende eines frei präparirten Sartorius mit seiner ebenfalls trockenen Aussenseite anlegt.

Bei allen diesen Versuchen ist es ziemlich gleichgiltig, in welcher Weise der primäre Muskel erregt wird. Sowohl mechanische Reize (Drücken, Abbinden, Stechen) wie insbesonders die elektrische Erregung in jeder beliebigen Form (Inductions- oder Kettenströme, sowie die Reizung durch den eigenen Strom bei Benetzung eines frischen Querschnittes mit einem Tropfen leitender Flüssigkeit), endlich auch chemische und thermische Reize sind fast gleich gut geeignet zur Auslösung secundärer Erregung. Dabei muss jedoch eines Umstandes Erwähnung gethan werden, dessen Nichtbeachtung leicht zu Täuschungen Anlass geben kann. Es handelt sich nämlich um das Vorkommen einer directen Erregung des secundären Präparates durch Stromschleifen bei elektrischer Reizung zu stark getrockneter Muskeln.

Dass man es in einem gegebenen Falle mit einer solchen zu thun hat, verräth sich sofort dadurch, dass die Miterregung des dem primären anliegenden, secundären Präparates nicht wie sonst von der grösseren oder geringeren Entfernung der direct gereizten Stelle des ersteren von der Strecke, innerhalb deren sich beide Muskeln berühren, unabhängig ist, sondern nur dann erfolgt, wenn man dem secundären Präparat mit den Reizelektroden ziemlich nahe kommt, um beim Abrücken derselben nicht zu verschwinden. Dabei kommt es nicht selten vor, dass der primäre Muskel sich nicht merklich verkürzt, während doch der anliegende secundäre bei jedesmaliger Reizung sich kräftig contrahirt, ein Umstand, der für die Auffassung aller bisher besprochenen Erscheinungen von ausschlaggebender Bedeutung sein

würde, wenn sich zeigen liesse, dass es sich auch in diesem Falle wirklich um secundäre Erregung handelt. Dies ist aber schon aus dem Grunde nicht wahrscheinlich, weil der erwähnte Versuch noch zu einer Zeit gelingt, wo der primäre Muskel bereits so stark vertrocknet ist, dass er bei keiner Art der Reizung mehr reagirt und durchaus den Eindruck des Abgestorbenseins macht. Untersucht man nun ein derartiges Präparat mit dem Galvanometer, indem man von zwei beliebigen Punkten ableitet und in einiger Entfernung von der Bussolstrecke einen Kettenstrom schliesst, so beobachtet man regelmässig Ablenkungen von sehr beträchtlicher Grösse, deren Richtung nicht nur von der Stromesrichtung, sondern auch von der Lage der Bussolelektroden abhängt, indem gegensinnige Ausschläge erfolgen, je nachdem jene auf derselben oder auf der entgegengesetzten Seite liegen wie die Reizelektroden. Es geht daraus zugleich hervor, dass es sich hier nicht etwa um physikalischen Elektrotonus, sondern lediglich um gewöhnliche Stromschleifen handelt, deren auffallend weite Ausbreitung durch einen bestimmten Grad der Vertrocknung bedingt zu sein scheint.

Man hat es daher bei den eben erwähnten Versuchen nur mit einer scheinbaren secundären Erregung, in Wahrheit aber mit directer Reizung durch Stromschleifen zu thun, wie insbesondere auch daraus hervorgeht, dass Durchquetschung des primären Muskels jenseits der Reizstrecke die Erregung des secundären Präparates meist fortbestehen lässt.

Es ergibt sich hieraus die Nothwendigkeit bei allen bisher erwähnten Versuchen neben dem elektrischen Reize stets auch andere bezüglich ihrer secundären Wirksamkeit zu prüfen, bei welchen die eben besprochenen Einwände ausgeschlossen sind.

Wenn die Versuche an einem einzelnen, frei präparirten Sartorius immer noch den Gedanken an eine mechanische Miterregung der vom Reiz nicht direct getroffenen Fasern aufkommen liessen, so dürften dagegen die folgenden Thatsachen wohl als vollgiltiger Beweis dafür anzusehen sein, dass das geschilderte Verhalten vertrocknender Muskeln in der That auf eine unter diesen Umständen zur Geltung gelangende, wahre secundäre Erregung von Faser zu Faser, beziehungsweise Muskel zu Muskel zurückzuführen ist. Es muss hier vor allem der Umstand betont

werden, dass es, wie auch Kühne bei seinen Pressversuchen fand, jederzeit leicht gelingt, die gegenseitige Erregung der sich theilweise berührenden Muskeln trotz unbehinderter Beweglichkeit derselben einfach dadurch auszuschliessen, dass man eine dünne und möglichst nachgiebige Schichte eines metallischen oder auch feuchten Leiters zwischenschaltet. Ich benützte in der Regel wie Kühne eine zwei- bis dreifache Lage von Blattgold; dieselbe ist noch immer so schmiegsam, dass ein mechanischer Einfluss durch Verschiebung der aneinandergelegten Muskelstrecken dadurch kaum wesentlich behindert sein würde, während hingegen wahre secundäre Erregung durch die Actionsströme des primär gereizten Muskels selbstverständlich ausgeschlossen wird. Minder beweisend ist schon der negative Erfolg der Reizung bei Zwischenschaltung eines dünnen feuchten Leiters, wie z. B. mit 0·6 % Kochsalzlösung getränkten Florpapiers oder eines Stückchens Froschmesenteriums, da hierbei die wesentlichste Bedingung für das Gelingen der Versuche, nämlich die Trockenheit der sich berührenden Muskelflächen beseitigt wird. In der That genügt auch schon die blosse Befeuchtung allein, um eine vorher sehr wirksame, secundäre Erregung alsbald unmöglich zu machen.

Daher kommt es auch, dass ein Zusammenlegen sonst sehr geeigneter Sartoriuspräparate mit den noch feuchten, fascienlosen Innenseiten, welche Anordnung Kühne bei seinen Versuchen besonders wirksam fand, im vorliegenden Falle gewöhnlich erfolglos bleibt. Demselben Umstande dürfte es endlich auch zuzuschreiben sein, dass Berührung eines trockenen und eines frisch präparirten Muskels niemals zu secundärer Erregung des letzteren führt.

Eine weitere, ebenfalls schon von Kühne hervorgehobene Thatsache, durch welche eine mechanische Miterregung sowohl bei partiell aufeinander gepressten, wie auch bei vertrocknenden Muskeln fast sicher ausgeschlossen erscheint, ist die, dass Ausspannen des primären Muskels bis zu vollständiger Unbeweglichkeit das Zustandekommen der secundären Erregung zwar bisweilen merklich erschwert, jedoch keineswegs unmöglich macht, in manchen Fällen aber sogar zu begünstigen scheint. Es gelingt übrigens auch noch in anderer Weise, sich davon zu überzeugen,

dass bei nur minimalen Gestaltveränderungen des primären Muskels doch äusserst lebhafte secundäre Reactionen erfolgen können.

Wenn beide sich theilweise berührende Sartoriuspräparate frei auf einer Glasplatte liegen, so bewirkt jede Reizung des einen dauernde Gestaltveränderungen beider Muskeln, da sich dieselben unter diesen Umständen nicht wieder völlig auszudehnen vermögen und ausserdem der Unterlage ziemlich fest anhaften. Gleicht man nun passiv die Verkürzung des secundären, nicht aber die des primären Präparates aus, so ist die Contraction des letzteren und daher auch die Verschiebung desselben auf dem secundären Muskel bei Wiederholung des Versuches oft nur eine so geringfügige, dass man eine mechanische Einwirkung in dem früher erwähnten Sinne kaum wird annehmen können, und doch sieht man das secundäre Präparat in gleicher Weise reagiren wie vorher. Ähnliches hat auch Kühne beobachtet, wenn der primäre Muskel durch Ammoniakdämpfe zunächst in Contractur versetzt und nun elektrisch oder mechanisch gereizt wurde. Wenn ich schliesslich noch hinzufüge, dass absichtlich bewirkte Dehnungen und Zerrungen des einen oder andern Präparates, wodurch Verschiebungen von beträchtlicher Stärke herbeigeführt werden, ungeachtet der ausserordentlich gesteigerten Erregbarkeit doch nicht mit gleicher Sicherheit zu einer Erregung führen, so dürfte der myoelektrische Ursprung der secundären Muskelerregung kaum mehr zweifelhaft erscheinen. Man kann es zur Widerlegung dieser Auffassung wohl nicht für genügend halten, dass es mir nicht gelungen ist, die Erregung von dem einen auf den andern Muskel durch eine Brücke von Elektricitätsleitern hindurch zu übertragen. Hatte doch auch Kühne bei seinen diesbezüglichen Versuchen mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen und nur sehr wenige positive Resultate zu verzeichnen.

Es wurde schon wiederholt hervorgehoben, dass vertrocknende Muskeln sich ganz ebenso wie gepresste dadurch auszeichnen, dass sie auf einen kurz dauernden einmaligen Reiz nicht wie unter normalen Verhältnissen mit einer rasch verlaufenden Zuckung reagiren, sondern fast regelmässig in eine länger anhaltende Contractur (oder wohl auch einen Zustand dauern-

der Unruhe) gerathen. Letzterenfalls hat man Gelegenheit zu beobachten, dass der secundäre Muskel jeder Bewegung des primären in allen Einzelheiten auf das Genaueste folgt, als würde die Erregung von einem Präparat direct auf das andere übertragen. Um diese Thatsache noch sicherer festzustellen als es durch blosse Inspection der beiden, frei auf der Unterlage verschiebbaren Muskeln möglich war, habe ich es mehrfach versucht, die Bewegungen beider Präparate gleichzeitig graphisch zu verzeichnen. Es gelingt dies mit Hilfe des Hering'schen Doppelmyographen, wenn man die Muskeln mit ihren Beckenenden derart aufeinanderlegt, dass der eine gewissermassen die Verlängerung des anderen bildet und die beiden Endstücke etwa 1 *cm* lang sich innig berühren. Diese mittlere Strecke wird mittelst vier kleiner Nadeln auf einem mit Kork überzogenen Ständer festgesteckt, während die beiden freien (unteren) Muskelenden mittelst der noch daran befindlichen Knochen mit den beweglichen Elektroden verbunden werden, die in diesem Falle nicht als solche dienen, sondern nur die Übertragung der Bewegung auf die beiden übereinander zeichnenden Schreibhebel vermitteln. Die durch die nothwendige Belastung bedingte Spannung der Muskeln im Verein mit der an sich minder günstigen Anordnung hat ein leider nur zu häufiges Misslingen der Versuche zur Folge. Doch konnte in einzelnen Fällen auch unter diesen Umständen eine vollständige Übereinstimmung hinsichtlich der Art und des zeitlichen Verlaufes der Gestaltveränderungen beider Muskeln festgestellt werden. In der Regel entspricht die Dauer der Verkürzung des secundären Präparates fast genau der des primären. Treten an der von diesem letzteren gezeichneten Curve Discontinuitäten auf, so zeigen sich dieselben in gleicher Weise auch an dem secundären Myogramm.

Bemerkenswerth ist das Verhalten der secundären Erregung von vertrocknenden Muskeln zu angelegten Nerven, da es zu Gunsten der Annahme zu sprechen scheint, dass der scheinbar stetigen Contractur nach einmaliger kurzer Reizung eine discontinuirliche Zustandsänderung entspricht. Legt man den Nerven eines möglichst empfindlichen Präparates (am besten von kalt gehaltenen Esculenten) der Länge nach an einen frei präparirten vertrocknenden Sartorius, so sieht man bei jeder

Contractur desselben den Schenkel im ruhigen secundären Tetanus verfallen, gleichgiltig, ob jene durch eine discontinuirliche Erregung oder durch einen einmaligen kurzdauernden Reiz ausgelöst wurde. Gepresste Muskeln zeigen nach Kühne Nerven gegenüber ein gleiches Verhalten. Es muss jedoch bemerkt werden, dass die erwähnte Thatsache an sich noch keineswegs den tetanischen Charakter jeder derartigen Contractur streng beweist, da der Versuch nur bei Anwendung höchst empfindlicher Nerven von Kaltfröschen gelingt, die bekanntlich auch bei stetiger Durchströmung tetanisch reagiren.

Überblickt man die Gesammtheit der geschilderten Thatsachen und vergleicht dieselben mit jenen, die Kühne an gepressten Muskeln festzustellen gelungen ist, so ergibt sich eine so weitgehende Übereinstimmung, dass man nothwendig zu der Vermuthung gedrängt wird, es möchte vielleicht der so auffallende Erfolg des Zusammenpressens und der Austrocknung im wesentlichen einer und derselben Ursache zuzuschreiben sein, nämlich dem Flüssigkeitsverlust, der im einen Falle durch langsame Verdunstung, im andern durch starken Druck herbeigeführt wird. Es kann dabei kaum in Betracht kommen, dass die Veränderung im einen Falle den ganzen Muskel, im anderen dagegen nur einen grösseren oder kleineren Abschnitt desselben betrifft, innerhalb dessen die secundäre Erregung erfolgt. Kühne erwähnt selbst gelegentlich, dass „der Muskel wie vertrocknet aus der Presse kam“ und macht an anderer Stelle auf das „trockene glanzlose Aussehen“ der gepressten, abgeplatteten Muskelstrecke aufmerksam, deren charakteristisches Verhalten auch nach Aufhören des Druckes noch bestehen bleibt, so dass nothwendig eine durch denselben bewirkte Veränderung der Muskelsubstanz als die eigentliche Ursache der secundären Wirksamkeit angesehen werden muss. Auch hinsichtlich der Erregbarkeit scheinen im Allgemeinen gepresste und vertrocknende Muskeln übereinzustimmen, indem dieselbe in beiden Fällen erheblich gesteigert erscheint. Freilich ist dies bei langsamen Wasserverlust durch Verdunstung in einem viel höheren Maasse der Fall als bei dem Pressen, wo Kühne nur anfangs eine deutliche Erregbarkeitssteigerung der Pressstrecke nachzuweisen vermochte, während dieselbe später ungeachtet starker secundärer

Wirkungen eine bedeutend verminderte Anspruchsfähigkeit zeigte. Es muss jedoch anderseits hervorgehoben werden, dass gerade jene niedrigeren Druckgrade, bei welchen erfahrungsgemäss die secundäre Wirksamkeit am stärksten hervortritt, eine beträchtliche Erregbarkeitssteigerung der Pressstrecke zur Folge haben. Es kann diese letztere aber in keinem Falle als die alleinige Ursache der secundären Erregung angesehen werden, da sich leicht zeigen lässt, dass eine in anderer Weise herbeigeführte noch viel bedeutendere Erregbarkeitserhöhung (etwa durch Einwirkung von Lösungen von $Na_2CO_3$) den Muskeln nicht die Fähigkeit ertheilt, in dieser Weise aufeinander zu wirken. Ebenso wenig kann dies ferner durch den veränderten zeitlichen Verlauf der Erregung bedingt sein, da sonst Vergiftung mit Veratrin, wodurch die Muskeln bekanntlich auch in einen Zustand gerathen, in welchen sie bei jedem leichten Reiz in langdauernde Contractur verfallen, die Fähigkeit der secundären Erregung vom Muskel zum Muskel bedingen müsste, was niemals der Fall ist. Ein sehr wesentliches Moment scheint mir dagegen in dem Umstande zu liegen, dass die gegenseitige Berührung der Präparate eine unverhältnissmässig innigere ist, wenn die sich berührenden Flächen einen gewissen Grad von Trockenheit besitzen; dies hat vielleicht auch für den einzelnen Muskel Geltung, indem sich die einzelnen Primitivfasern in dem Maasse dichter aneinanderlegen, als der Muskel Wasser verliert. Doch erscheint es dabei auffallend, dass ungeachtet der unzweifelhaften Verschiedenheit des Wassergehaltes in den oberflächlich und tiefer gelegenen Faserschichten des Muskels, die Übertragung der Erregung sich doch nicht blos auf die ersteren zu beschränken scheint, obschon die directe Reizung der feuchteren, fascienlosen Innenseite weniger sicher zu secundärer Erregung des Muskels führt, als Reizung der trockenen Aussenseite. Es scheint dies dafür zu sprechen, dass die trockeneren Faserschichten, welche zugleich die erregbareren sind, sich vielleicht noch in anderer Beziehung (etwa durch eine stärkere elektromotorische Wirksamkeit) vor den anderen auszeichnen. Jedenfalls dürften mehrere Umstände zusammenwirken, um das geschilderte Verhalten vertrocknender oder gepresster Muskeln herbeizuführen.

# XV. SITZUNG VOM 14. JUNI 1888.

Das Curatorium der Schwestern Fröhlich-Stiftung in Wien übermittelt die diesjährige Kundmachung über die Verleihung von Stipendien und Pensionen aus dieser Stiftung an Künstler und Gelehrte.

Der Secretär legt eine Abhandlung von Dr. A. Schmidt, Gymnasiallehrer in Gotha, vor, betitelt: „Der tägliche Gang der erdmagnetischen Kraft in Wien und Batavia in seiner Beziehung zum Fleckenzustand der Sonne".

Herr Dr. Max Margules in Wien (Hohe Warte) übersendet eine vorläufige Mittheilung: „Über die specifische Wärme der Gase."

Das w. M. Prof. v. Barth überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten, betitelt: „Studien über Quercetin und seine Derivate". (III. und IV. Abhandlung) von Dr. Josef Herzig.

Ferner überreicht Herr Prof. v. Barth eine Arbeit der Herren M. Hönig und L. Jesser in Brünn: „Zur Kenntniss der Kohlehydrate. (III.) Uber Laevulose".

Herr Prof. Dr. Karl Exner in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über ein Scintillometer".

Herr Dr. R. Benedikt überreicht eine in Gemeinschaft mit Herrn F. Ulzer ausgeführte Arbeit aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien: „Zur Kenntniss des Schellack's." (II. Mittheilung.)

Herr Dr. Hans Molisch, Privatdocent an der Wiener Universität, überreicht eine im pflanzenphysiologischen Institute ausgeführte Arbeit, betitelt: „Zur Kenntniss der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze".

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Hering, C. A., Die Verdichtung des Hüttenrauchs. (Mit 12 Tafeln.) Stuttgart, 1888; 8°.

# Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation

von

**Prof. Dr. Philipp Knoll.**

(Neunte Mittheilung.)

(Mit 3 Tafeln und 1 Holzschnitt.)

**(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Mai 1888.)**

## Über die Lage des Athemcentrums.

In seiner „siebenten und neunten Mittheilung über die Innervation der Athembewegungen“ [1] bestreitet O. Langendorff die Beweiskraft der von mir zur Ermittelung der Lage des automatischen Athemcentrums angestellten Versuche,[2] und sucht seine Behauptung, dass das Verlöschen der Athembewegungen nach Abtrennung der Oblongata nicht durch die Abtrennung des automatischen Athemcentrums in der Oblongata, sondern durch eine Hemmung der Automatie spinaler Athemcentren bedingt sei, weiter zu begründen.

Da ich die Thatsachen nicht anerkennen kann, auf welchen er seine Polemik und Beweisführung aufbaut, so werde ich auf die Einzelheiten letzterer nicht eingehen, sondern mich auf die Sicherstellung ersterer, der Folgen der halbseitigen Durchschneidung und der medianen Spaltung der Oblongata beschränken.

### 1. Halbseitige Durchschneidung der Oblongata.

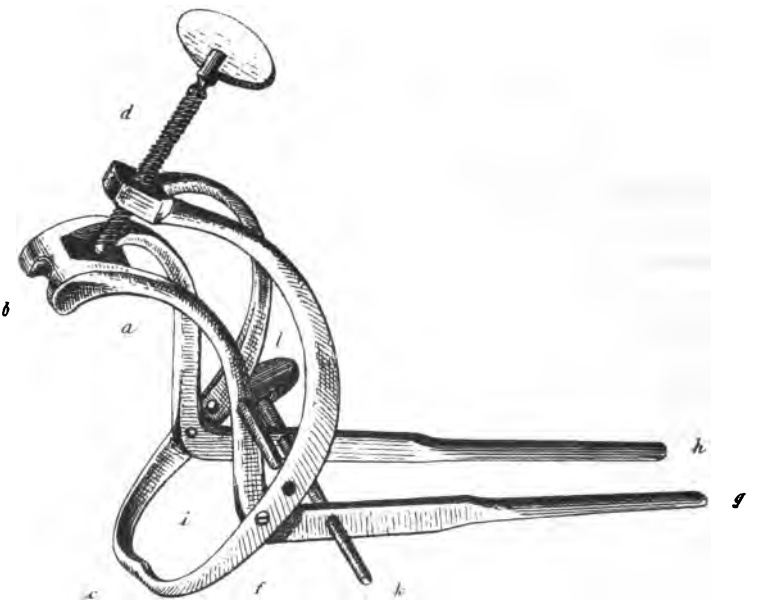
Unter Beziehung auf ältere und neuere von ihm angestellte Versuchsreihen und entsprechende Angaben anderer, behauptet Langendorff, dass unmittelbar nach halbseitiger Abtrennung des Kopfmarkes die Athembewegungen gleichseitig vollständig

---

[1] Archiv von Du Bois-Reymond, Jahrg. 1887, S. 243, 44, 289—95.

[2] Sitzungsber. der Wiener Akademie. 1885, III. Abth. Juli-Heft S. 328 ff.

aufhören und nur gegenseitig fortbestehen. Erst „nach zwei- bis sechsstündiger Ruhe oder noch später“ konnte er die Wiederkehr der Athembewegungen auf der gleichseitigen Körperhälfte feststellen, was er auf das Abklingen der durch den Schnitt bewirkten halbseitigen Hemmung der Thätigkeit der spinalen Centren bezieht. Obgleich ich bei den zur Ermittelung der Lage des Athemcentrums von mir angestellten Versuchen bei halbseitiger Durchtrennung des Markes an der Spitze des Calam. scriptorius (l. c. S. 3ff.) nie eine vollständige Sistirung der gleichseitigen




Athembewegungen beobachtet hatte, führte ich diesen Versuch behufs genauer Feststellung des Thatbestandes doch neuerdings an 19 Kaninchen aus.

Um das Losreissen der Kaninchen aus dem von Czermak angegebenen Kopfhalter zu verhüten, das gerade bei der zu Operationen am Nacken erforderlichen Lagerung der Versuchsthiere leicht eintritt, liess ich durch den Mechaniker an meinem Institute J. Waraus eine Umgestaltung jenes Kopfhalters ausführen, die sich so bewährt hat, dass ich dieselbe seitdem zur Fixation des Kaninchenkopfes ausschliesslich benütze. Der Stützpunkt ist dabei auf den Vorderkopf des Thieres und zwar

auf die durch den hinteren Theil des Stirnbeins und dessen Process. supraorbital. poster. gebildete Einsattelung verlegt, an welcher der Bügel *a* mit dem Fortsatz *b*, der an der unteren Fläche entsprechend ausgehöhlt ist, ähnlich wie ein stumpfer Doppelhaken angreift, während der Gegendruck durch den mittels eines Charniergelenkes mit *a* verbundenen, am Körper der Unterkiefer anliegenden Bügel *c* ausgeübt wird, der durch die am Fortsatze *b* sich stemmende Schraube *d* gegen *a* bewegt wird. Durch Verstellung des Schräubchens *f* kann das *a* und *c* verbindende Charniergelenk am Bügel *c* näher oder ferner von *d* gelegt, die maximale Öffnung zwischen *a* und *c* hiedurch vergrössert und verkleinert und der Kopfhalter verschiedenen Kopfgrössen angepasst werden. Die Zapfen *g* und *h* und *i* und *k* dienen wie beim Czermak'schen Kopfhalter zur Einfügung desselben in die Gabel des Kaninchenhalters, der Zapfen *k* ist ausgehöhlt behufs Aufnahme des Stiftes *l*, der in den Fällen, wo in Folge abweichender Schädelform das Anziehen der Schraube *d* allein nicht genügt, um den Kopf in dem Halter ganz sicher zu fixiren, hinter den Schneidezähnen des Oberkiefers von *l* aus durch die Mundhöhle geführt und beim Anziehen der Schraube *d*, da er hinter dem Drehpunkte des Charniergelenkes liegt, gegen den Alveolarfortsatz der oss. intermaxillar. des Oberkiefers angepresst wird, womit ein weiterer Stützpunkt für den Kopfhalter gewonnen ist, zugleich aber der Mund des Thieres geöffnet wird.

Das Hantiren mit diesem Kopfhalter ist einfacher wie jenes mit dem Czermak'schen, und bei einer grossen Zahl mit demselben ausgeführter Versuche habe ich nie ein Losreissen des Kopfes oder einen anderen von der Fixation des Kopfes abhängigen unangenehmen Zwischenfall erlebt.

Das Ergebniss der an 19 Kaninchen vorgenommenen, stets durch die Section erhärteten halbseitigen Durchschneidung der Oblongata war nun dies, dass die Athembewegungen nach diesem Eingriff auch auf der Durchschneidungseite, jedoch in wesentlich abgeschwächtem Maasse fortbestehen. Dies konnte schon unmittelbar nach dem Schnitt bei unveränderter (Bauch-) Lage des Thieres aus der vergleichenden Beobachtung der Bewegungen der Rippenbögen entnommen werden, sowie in den

Fällen, wo nach dem Abklingen der auf den Schnitt gewöhnlich folgenden Reihe von tetanischen Exspirationen die Ausathmung noch activ blieb, aus den Flankenbewegungen. Deutlicher noch trat dies hervor, wenn das Thier nach Verschluss der Nackenwunde in die Rückenlage gebracht und von der Brustseite her beobachtet wurde, welch' letzteres in den einzelnen Versuchen 5—10 Minuten nach Anlegen des Schnittes in der Oblongata erfolgte. Wurden dann die Intercostalmuskeln und Rippen durch Abtragen der Brustmuskeln rasch blosgelegt, welcher Eingriff an und für sich durchaus keine Dyspnoe erzeugt, so konnte vollends unzweifelhaft dargelegt werden, dass die gleichseitige Athmungsmusculatur, wenn auch in schwächerem Maasse als die gegenseitige, an den Athembewegungen Theil nimmt. Bei ganz jungen Thieren konnten dabei auch die Zwerchfellsbewegungen auf der Durchschneidungsseite durch die dünne, durchscheinende Zwischenrippenmusculatur deutlich wahrgenommen werden. Bei älteren Thieren genügte es, diese Musculatur im vierten bis sechsten Zwischenrippenraume in geringer Ausdehnung abzutragen, um durch die blossgelegte Pleura hindurch die Zwerchfellsbewegungen festzustellen.

Ich habe diese Feststellung durch die Intercostalmuskeln hindurch schon sechs, nach Abtragung der Intercostalmuskeln schon sieben Minuten nach der Durchschneidung der Oblongata vornehmen können. Um der Möglichkeit einer Verwechslung activer und passiver Zwerchfellsbewegungen vollends vorzubeugen, habe ich ausserdem in einigen Fällen das Zwerchfell durch theilweise Abtragung des Sternum bei Erhaltung der Rippenfellsäcke blossgelegt und mich durch die unmittelbare Betrachtung von der Zusammenziehung der Zwerchfellhälfte auf der Durchschneidungsseite überzeugt und in zwölf Fällen nach dem Vorgange Langendorff's den gegenseitigen Phrenicus durchschnitten, wonach theils durch die Intercostalmuskeln oder Pleura hindurch, theils an dem blosgelegten Zwerchfell der Fortbestand der Bewegungen des letzteren auf jener Seite, auf welcher die Oblongata durchschnitten, aber der Phrenicus erhalten war, und dagegen der Stillstand derselben auf der anderen Seite festgestellt wurde. Durch letzteren Eingriff konnte der Fortbestand der Athembewegungen auf der Durchschneidungsseite

selbst in zwei Ausnahmsfällen sichergestellt werden, in denen dies bei unverletztem Phrenicus zweifelhaft war.

Um eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse zu gewinnen, spaltete ich die Muscul. obliqu. abdomin. extern. und intern. längs des Rippenbogenrandes beiderseitig, durchtrennte die Rect. abdomin. und knüpfte an den blossgelegten Rippenbögen unter Umstechung derselben Fäden fest, die mit den von mir zur Verzeichnung der Augenbewegungen benützten Schreibhebeln [1] verbunden wurden. Gewöhnlich geschah das Anknüpfen an dem Vereinigungspunkte der achten und neunten Rippe, doch wurde ab und zu auch ein anderer Punkt an jenen Rippen gewählt, wenn die Bewegung an diesem ausgiebiger war.

Unter normalen Verhältnissen erhält man auf diese Weise meistens von beiden Seiten annähernd gleich grosse Zeichnungen, zuweilen aber sind dieselben wohl einseitig wesentlich kleiner. Vor der Tracheotomie sind sie immer viel ausgiebiger als nachher (Taf. I, Fig. 1), was auf den bekannten Umstand zurückzuführen ist, dass die Nasenathmung seltener aber angestrengter ist als die Respiration durch eine Trachealfistel, was sich auch in den unter diesen Umständen gewöhnlich deutlich activen Rippenbewegungen ausspricht.

Bei tracheotomirten Thieren können dieselben zuweilen bei sehr frequenter, flacher Athmung) sogar undeutlich werden; in der Regel aber sind sie so ausreichend, dass selbst geringfügige Abänderungen der Athembewegungen an ihnen deutlich ausgeprägt erscheinen. Die absteigende Linie an den Zeichnungen bedeutet dabei im Allgemeinen die inspiratorische, die aufsteigende die exspiratorische Phase. Sehr kräftige active Exspirationen, so beim Schreien, prägen sich aber in Folge der seitlichen Zusammenpressung der Rippenbögen in absteigender Linie aus, während anderseits krampfhafte Einathmungsbewegungen sich in aufsteigender Linie verzeichnen können. Eine stete Controle der Athembewegungen durch die unmittelbare Beobachtung ist daher bei Verwendung dieser graphischen Methode für eine verlässliche Deutung der Curven nothwendig.

---

[1] Sitzungsber. der Wiener Akademie. III. Abth. October-Heft. Jahrg. 1886, S. 223.

Sind diese Curven ausschliesslich Ausdruck activer Rippenbewegungen?

Da ausgiebige künstliche Athmung und mässige elektrische Reizung des Phrenicus am todten Thiere zu ganz analogen Zeichnungen führt, und bei stark chloralisirten Thieren, bei denen es auch bei dyspnoischer Blutbeschaffenheit nicht zu ausgiebigeren Rippenbewegungen kommt, die Verzeichnung der Athembewegungen mittels der fraglichen Methode durch einseitige, beziehungsweise doppelseitige Phrenicusdurchschneidung einseitig beziehungsweise doppelseitig vernichtet wird, so ist die Betheiligung passiver Rippenbewegungen an dem Entstehen jener Curven nicht auszuschliessen. Da aber anderseits bei nicht narkotisirten Thieren auch nach Durchschneidung beider Phrenici analoge, nur in Folge der entstehenden Dyspnoe weit ausgiebigere Curven verzeichnet werden (Taf. I, Fig. 13, 14), so muss auch die Betheiligung activer Rippenbewegungen an dem Entstehen jener Curven zugegeben werden.

Dass aber der geringfügige Volumswechsel des Brustkorbes, der durch einseitige Athembewegungen auf der nicht athmenden Seite hervorgerufen werden muss, nicht ausreichen kann, um passive, zur Verzeichnung führende Rippenbewegungen zu bedingen, geht daraus hervor, dass schon bei mässiger Einschränkung der künstlichen Ventilation am todten Thiere keine Zeichnungen mehr zu Stande kommen, und dass nach einseitiger Phrenicusdurchschneidung am chloralisirten Thiere sowie bei künstlich erzeugtem einseitigen Athmungsstillstand ausgiebige Zeichnungen auf der einen, bei Ruhe des Schreibhebels auf der anderen Seite beobachtet werden können.

Die Brauchbarkeit dieser graphischen Methode zur gesonderten Beobachtung der Athembewegungen beider Körperhälften wird nun allerdings dadurch einigermassen beeinträchtigt, dass ab und zu, im Ganzen jedoch recht selten, nach der Tracheotomie die Curven undeutlich werden und dass die Bedeutung der Curvenschenkel hinsichtlich der Respirationsphasen wechseln kann. Bezüglich der Inspiration habe ich dies bei spontanen Athembewegungen äusserst selten gesehen; selbst bei der krampfhaften Athmung nach doppelseitiger Vagusdurchschneidung zeigte die absteigende Linie in der Regel die Einathmung an.

Bei starker elektrischer Phrenicusreizung aber, welche, je nachdem einseitig oder doppelseitig zu einer beträchtlichen Verminderung des Querdurchmessers des untersten Thoraxabschnittes führt,[1] prägt sich die Inspiration in der Regel in aufsteigender Linie aus.

Da man durch directe Beobachtung die etwaigen Abweichungen in der phasisch-respiratorischen Bedeutung der Curvenschenkel leicht festzustellen vermag, so können diese, doch nur als Ausnahmsfälle vorkommenden Abweichungen die Anwendbarkeit der fraglichen Methode für den Zweck der gesonderten Beobachtung der beiderseitigen Athembewegungen im Allgemeinen nicht in Frage stellen. Jedenfalls aber hat diese Methode vor den Zwerchfellhebeln den Vorzug, dass der ganze graphische Apparat klar zu Tage liegt, so dass man alle auf denselben stattfindenden Einwirkungen durch die unmittelbare Betrachtung controliren und sich auf diesem Wege vor fehlerhafter Deutung der Curven schützen kann.

Nach halbseitiger Durchschneidung der Oblongata am Calamus scriptorius drückten nun die in der angegebenen Weise aufgenommenen Curven wohl stets eine ausgeprägte Abschwächung, in der Regel aber auch ein nicht minder deutliches Fortbestehen der Athmung auf der Durchschneidungsseite aus. Und hieran änderte die Durchschneidung des anderseitigen Phrenicus höchstens insoweit etwas, als die Curven in Folge der verstärkten Athemanstrengung ausgiebiger, beziehungsweise wie in den früher (S. 167) angeführten zwei Fällen, auf der Seite, wo die Oblongata abgetrennt worden, erst deutlich wurden (Taf. I, Fig. 2—12).

Gut liess sich an diesen Curven auch darlegen, dass nach halbseitiger Durchschneidung der Oblongata einseitige Trigeminus- oder Vagusreizung immer noch auf die beiderseitigen

[1] A. Fick hat jüngst auf Grund geometrischer Überlegung und Selbstbeobachtung angegeben, dass die Zusammenziehung des Zwerchfells zur Verringerung des Querdurchmessers der Brust in der Gegend der unteren Rippen führe (S. Abd. aus der Festschrift des Ver. f. Naturkunde in Cassel, 1886). Nach meinen Erfahrungen am Versuchsthiere und Beobachtungen am kranken Menschen dürfte dies nur für eine aussergewöhnlich intensive Zwerchfellinnervation gelten, wie Fick sie vielleicht herbeiführte, da er mit der Einathmung die Intention, den Bauchraum zu pressen, verband.

Athembewegungen in annähernd gleicher Weise einwirkt (Taf. I, Fig. 4, 9).

Die Athembewegungen werden also, wie aus den angeführten Versuchen hervorgeht, durch die einseitige Durchschneidung der Oblongata am Calamus scriptorius keineswegs gleichseitig vollständig sistirt, um erst längere Zeit nachher sich wieder einzustellen, womit der Versuch Langendorff's mittels dieses Eingriffes zu erweisen, dass das Verlöschen der Athembewegungen nach vollständiger Abtrennung der Oblongata auf einer zeitweisen Hemmung der Automatie spinaler Centren beruht, als gescheitert anzusehen ist.

### II. Die Folgen medianer Spaltung der Oblongata.

Mit Bezug auf eine ältere Versuchsreihe bestreitet Langendorff (l. c. S. 294), dass, abgesehen etwa von der Verbindung der spinalen Athmungscentren durch das graue Fasernetz Gerlach's, eine infrabulbäre Verbindung der beiderseitigen Athmungscentren bestehe, d. h. dass von einer Seite der Oblongata aus auf infrabulbären Bahnen auf die beiderseitigen Athembewegungen gewirkt werden könne. Da nun Wirkung von der einen auf die andere Seite der Athmungsnerven unter Vermittelung jenes Fasernetzes nur etwa bei Athemnoth annehmbar sei, Athemnoth nach halbseitiger Durchschneidung der Oblongata aber nicht auftrete, sei das Wiedereintreten der Athembewegungen auf der Operationsseite nach halbseitiger Durchschneidung der Oblongata nur dadurch zu erklären, dass der Athmungsantrieb von den spinalen Athmungscentren ausgeht, diese also das automatische Athmungscentrum bilden (l. c. S. 295).

Die Thatsachen, auf welche Langendorff diese Behauptung stützt, sind die, dass nach medianer Spaltung der Oblongata durch Reizung eines N. vagus oder N. trigeminus nur die gleichseitige Zwerchfellhälfte beeinflusst wird und nach dieser Operation die Athmungssynchronie in einen überaus labilen Zustand geräth.

Ich habe die mediane Spaltung der Oblongata von der Spitze des Calamus script. ausgehend kopfwärts an 48 Kaninchen ausgeführt. Die vollständige Spaltung und die in den einzelnen Fällen zwischen 2 und 9 *mm* schwankende Länge des Spaltes wurde immer an dem in Alkohol gehärteten Präparate festgestellt.

In acht Fällen ging das Versuchsthier unter rasch bis zum Athmungsstillstande zunehmender Verlangsamung und Abflachung der Athmung, bei deutlicher Hervordrängung der Oblongata aus dem Foramen obturatum zu Grunde. Die Section erwies, dass es in diesen Fällen zu einer starken Blutung und zur Bildung eines massigen Blutgerinnsels an der ventralen Seite der Oblongata gekommen war, wodurch die letztere in das Foramen obtur. hineingedrängt, und, wohl in Folge des hiedurch bedingten mechanischen Insultes der Oblongata, die Athmungsthätigkeit vernichtet wurde. In den 40 anderen Fällen rief die Spaltung der Oblongata in der Regel nach momentaner inspiratorischer Wirkung einen länger oder kürzer währenden Exspirationstetanus hervor, nach dem sich bei abnehmendem Krampf der Exspirationsmuskeln allmälig an Tiefe zunehmende Inspirationen einstellten, bis eine ruhige nicht merkbar activ exspiratorische Athmung hergestellt war, die gewöhnlich flacher und etwas häufiger war als vor der Spaltung der Oblongata. Als Nebenwirkungen jenes Eingriffes habe ich gewöhnlich beiderseitig Nystagmus und arterielle Hyperämie der Ohren und in sechs Fällen, in denen ich den Blutdruck in der Carotis mittels des Kymographion bestimmte, eine vorübergehende stärkere und eine anhaltende geringere Blutdrucksteigerung beobachtet.

Die Synchronie der Athembewegungen aber sah ich dabei in der That, wie Langendorff angegeben hat, sehr labil werden. In sechs Fällen war schon bei intacten Vagis Asynchronie zu beobachten, was sich bei Verzeichnung der Athembewegungen mittels eines geschlossenen Luftraumes, wie Langendorff bereits beschrieben hat, in einer Combination von kleineren, häufigeren mit grösseren selteneren Wellen ausprägte und bei gesonderter Verzeichnung der beiderseitigen Athembewegungen als eine Combination von beiderseitig synchronen seltenen und tieferen mit einseitig ablaufenden, häufigen und ganz flachen Athmungen erwies (Taf. I, Fig. 15). In 20 Fällen trat die Asynchronie erst nach Abschnürung des einen Halsvagus auf, die in diesen Fällen eine gleichseitige starke Verlangsamung und Vertiefung der Athembewegungen bewirkte, während die gegenseitigen Athembewegungen in dieser Richtung sich nicht oder nur weit schwächer veränderten, so dass auf dieser Seite

zwei bis dreimal so häufig geathmet wurde als auf der anderen, was Langendorff gleichfalls schon beschrieben hat.

Dabei zeigten aber die Athembewegungen auf der Gegenseite in der Regel einen stärker oder schwächer ausgeprägten Wechsel von langsamer und flacher, mit jäher und tiefer sich vollziehenden Athmungen, von welchem letzteren sich übrigens zuweilen auch Andeutungen an den Curven der Seite fanden, auf welcher der Vagus durchschnitten worden (Taf. II, Fig. 1—4, 8—11; Taf. III, Fig. 3—5). In einigen Fällen wechselte mit gleichzeitig und annähernd gleich stark sich vollziehenden Athembewegungen beider Seiten an der Seite mit durchtrenntem Vagus ein Athmungsstillstand oder eine abortive Athmung, an der Gegenseite aber lediglich eine etwas abgeflachte Athmung in regelmässiger Folge ab (Taf. III, Fig. 1, 2).

In 14 Fällen trat nach Abschnürung eines Halsvagus beiderseitig gleich starke Verlangsamung und Vertiefung der Athembewegungen auf (Taf. III, Fig. 10), die Athmung blieb synchron, obwohl weder in der Länge noch in der Tiefe des Spaltes in der Oblongata ein Anhaltspunkt für das abweichende Verhalten zu finden war. Übrigens war auch in den anderen Fällen die Asynchronie in der Regel keine bleibende Erscheinung. Spontan oder nach Einwirkung verschiedenartiger inspiratorisch wirkender Reize kam es zu einer, häufig mit Gesammtbeschleunigung der Athembewegungen verknüpften Beschleunigung der Athmung auf der Seite mit durchtrenntem Vagus und damit zu kürzer oder länger währender Synchronie (Taf. II, Fig. 3, 4). Abschnürung des zweiten Vagus vernichtete in meinen Versuchen die Asynchronie in der Regel dauernd (Taf. II, Fig. 5, 12; Taf. III, Fig. 2, 5), was Langendorff nur als Ausnahmsfall anführt.

Die Athembewegungen der Gegenseite erfuhren dabei gewöhnlich eine ganz geringe, die an der Abschnürungsseite dagegen eine sehr beträchtliche Vertiefung und Verlangsamung Nur ganz vereinzelt sah ich nach doppelseitiger Vagussection die Asynchronie bei Gesammtverlangsamung und Vertiefung der Athembewegungen fortbestehen.

Reizung eines centralen Halsvagusstumpfes mittels des Inductoriums von Du Bois-Reymond führte an Thieren mit gespaltener Oblongata, gleichgiltig ob dieselbe während be-

stehender Synchronie oder Asynchronie erfolgte, zu stärkerer Wirkung auf die Athembewegungen der Reiz- und schwächerer auf jene der Gegenseite (Taf. II, Fig. 2, 4, 6, 9—11, 13; Taf. III, Fig. 1, 4, 6, 8, 9), während bei Thieren mit intacter Oblongata die Wirkung auf beide Seiten sich immer annähernd gleich stark erwies.

Bei Reizung während bestehender Asynchronie kam es bald zur Beschleunigung der Athmung auf beiden Seiten mit stärkerer Abflachung derselben auf der Reizseite, bald wieder nur auf der letzteren zur Beschleunigung und auf der Gegenseite lediglich zur Abflachung, oder es trat vollständiger Stillstand auf der Reizseite bei starker Abflachung oder mehr oder weniger ausgeprägter Verlangsamung auf der Gegenseite ein. Bei Anwendung von Minimalreizen war die Wirkung auf die Gegenseite wohl manchmal undeutlich, konnte dann aber durch Verstärkung des Stromes immer klar ersichtlich gemacht werden (Taf. III, Fig. 8, 9). Erfolgte die Reizung bei bestehender Asynchronie, so wurde die Athmung während der Reizdauer in Folge von Beschleunigung der Athmung auf der Reizseite öfter synchron.

Wurde der Vagus während bestehender Synchronie gereizt, so trat öfter als Nachwirkung eine kurz dauernde, zuweilen nur auf zwei bis drei Athemzüge beschränkte Asynchronie auf, die dadurch bedingt war, dass nach beendeter Reizung die Athmung auf der Reizseite verlangsamt war, während auf der Gegenseite nur ein regelmässiger Wechsel zwischen tieferen und flacheren Athmungen stattfand. Zuweilen wieder trat in der Nachwirkung die letztere Erscheinung auf der Reizseite ein, während die Athembewegungen der Gegenseite keine wesentlichen Veränderungen zeigten. Da überdies zuweilen ein allmähliger Übergang von jener ungleichmässigen zur verlangsamten Athmung wahrzunehmen war (Taf. II, Fig. 4 bei $x$), so müssen beide Erscheinungen als verwandt, beziehungsweise nur graduell verschieden angesehen werden.

Reizung des N. infraorbitalis mit dem Inductionsstrome in einer bis zum Athmungsstillstand führenden Stärke sistirte die Athmung (auch bei bestehender Asynchronie) beiderseitig, ebenso die mechanische Reizung der Schleimhaut der einen Nasenhöhle (Taf. II, Fig. 7), welche ich behufs sicherer Locali-

sirung des Reizes der von Langendorff gewählten Reizung mit einem in Chloroform getränkten Schwamm vorzog.

Der bei Reizung der Nasenschleimhaut zumeist eintretende Exspirationstetanus erwies sich immer ausgeprägt beiderseitig und ein Gleiches gilt von den tetanischen Exspirationen bei durch Reizung eines Ischiadicus oder Cervicalnerven erzeugtem Schreien.

---

## Schlussbemerkungen.

Die Erscheinungen nach halbseitiger Durchschneidung der Oblongata finden ihre einfachste Erklärung in der Annahme, dass von jeder Hälfte der Oblongata aus Impulse zu den beiderseitigen Athmungsmuskeln, und zwar stärkere zu der gleichen und schwächere zu der Gegenseite entsendet werden, — eine Annahme, die in den von verschiedenen Forschern, so insbesondere von Lewaschew und Exner-Paneth bei Hirnrindenreizung gemachten Erfahrungen eine Stütze hat. Und wenn diese Forscher auf Grund besonderer Versuche zu dem Schluss gelangten, dass die Übertragung der Erregung auf die Gegenseite durch die graue Substanz der Oblongata, beziehungsweise Medulla spinalis vermittelt wird, so spricht wenigstens nichts gegen eine analoge Annahme hinsichtlich der Übertragung der Athmungserregung von der einen auf die andere Seite.

Nun behauptet aber Langendorff, dass eine solche Übertragung in der grauen Substanz nur bei Dyspnoe eintreten könne, Dyspnoe entstehe aber durch die halbseitige Durchschneidung der Oblongata nicht. Zugegeben selbst, dass ein stärkerer als der Minimalreiz nothwendig ist, um diese Übertragung zu bewirken, muss denn nicht die Ausschaltung der directen, oder wie Langendorff meint, jeder Einwirkung auf die Athmungsmuskeln der einen Körperhälfte zu einer Verstärkung des Blutreizes führen?

Wenn diese sich auch nicht in einer auffallenden Verfärbung des Blutes und in krampfhaftem Athmen ausspricht, an der ausgeprägten Nasenflügelathmung und der Vergrösserung der Athmungscurven an der Seite mit intacter Oblongata ist sie doch

zu erkennen. Und wenn Langendorff dies entging, so beruht dies wohl darauf, dass er an Thieren arbeitete, bei denen theils durch Chloral, theils durch Alkohol-Äthernarkose die Erregbarkeit des Athemcentrums sehr herabgesetzt war. Kann man doch, wie ich dies in drei Fällen constatirt habe, durch nachträgliche Chloralisirung von Thieren, die nach der halbseitigen Durchschneidung der Oblongata auf der Durchschneidungsseite deutlich geathmet haben, die Athembewegungen auf dieser Seite bei Fortbestand auf der anderen vernichten (Taf. I, Fig. 10). Und wenn Langendorff in seiner neueren Versuchsreihe die Athembewegungen erst einige Stunden nach der Operation auf der Durchschneidungsseite eintreten sah, so wird man dies wohl ohne Zwang aus der bei dieser Versuchsreihe verwendeten Alkohol-Äthernarkose und deren späterem Abklingen zu erklären vermögen.

In einer gewissen Analogie zu den Erscheinungen nach halbseitiger Durchtrennung der Oblongata steht es, dass nach medianer Spaltung derselben von einem Halsvagus aus noch auf die Athembewegungen beider Seiten, wenn auch auf die Gegenseite in der Regel nur schwächer als unter normalen Verhältnissen, wo der Reizeffect beiderseits ziemlich gleich ist, gewirkt werden kann. Der Widerspruch zwischen meinen und den Versuchsresultaten Langendorff's in dieser Hinsicht dürfte im Wesentlichen dadurch bedingt sein, dass Langendorff zur Verzeichnung der beiderseitigen Athembewegungen eine ganz unzuverlässige Methode, die Zwerchfellhebel, benützte. Möglicherweise war aber auch die Stärke der von ihm angewendeten Reize bei seinen narkotisirten Versuchsthieren unzulänglich für die Erzielung beiderseitiger Wirkungen.

Wahrscheinlich beruht es gerade auf der automatischen und reflectorischen Einwirkung der Oblongata der einen auf die Athembewegungen der anderen Seite, dass die Athembewegungen beider Seiten nach Spaltung der Oblongata in der Regel noch synchron sind. Wird aber der eine Halsvagus durchschnitten, so wird der Fortbestand der Rhythmie der Athembewegungen zunächst davon abhängen, ob von dem erhaltenen Vagus aus durch den Plexus pulmonalis bloss die gleichseitige, oder auch die gegenseitige Lunge mit sensiblen Fasern versehen wird.

In letzterem Falle kann die Auslösung des als Selbststeuerung bekannten, durch den Volumswechsel der Lungen bedingten rhythmischen Reflexes auf die Athmung auf beiden Seiten und damit auch die Synchronie der beiderseitigen Athembewegungen fortbestehen; im anderen Falle aber ist diese Auslösung an der einen Seite ausgeschaltet, und es wird dann wesentlich von der Stärke, mit welcher die an der anderen Seite fortbestehende reflectorische Erregung auf diese Seite hinüberwirkt, abhängen, ob Asynchronie eintritt oder nicht. Ist die reflectorische Einwirkung der beiden Seiten der gespaltenen Oblongata auf die Gegenseite schwach, so tritt die der Durchschneidung der Vagi folgende Verlangsamung der Athmung wesentlich nur an der Durchschneidungsseite zu Tage, die Athmung wird zunächst asynchron, nach Ausschaltung des zweiten Vagus aber in Folge einer abermals im Wesentlichen einseitigen Verlangsamung der Athmung wieder synchron. Die vereinzelten Fälle aber, in denen auch nach doppelseitiger Vagussection die Athmung asynchron blieb, dürften wie die verhältnissmässig seltenen Fälle, in denen die Spaltung der Oblongata noch vor der Vagusdurchschneidung zur Asynchronie führte, in verschiedenen Erregbarkeitsverhältnissen der beiden Hälften der Oblongata, die bei einem solchen doch nur in seinen gröbsten Wirkungen berechenbaren Eingriff sehr leicht auftreten können, ihre nächstliegende Erklärung finden, während das Verschwinden der Asynchronie bei inspiratorisch wirkenden Reizen aus einer Steigerung der Erregbarkeit der Oblongata erklärt werden kann, die dann namentlich an jener Seite, von der in Folge der Vagusdurchschneidung nur seltene automatische Impulse ausgehen, zu einer starken Vermehrung der Frequenz derselben führen wird.

Ist aber die reflectorische Einwirkung der beiden Hälften der gespaltenen Oblongata auf die Gegenseite stark, oder verbreiten sich die Fasern der Brustvagi ziemlich gleichmässig über beide Lungen, so bedingt die Abschnürung eines Halsvagus wie unter normalen Verhältnissen Verlangsamung der Athmung auf beiden Seiten, die Athmung bleibt synchron, kann dann aber nach Beendigung einer elektrischen Vagusreizung asynchron sein, was durch die bekanntlich als Nachwirkung der Vagusreizung zurückbleibende Herabsetzung der Erregbarkeit des Athmungs-

centrums zu erklären ist, die sich begreiflicherweise vorwaltend auf der Reizseite geltend machen muss.

Dass alle diese Erklärungen aber nichts Anderes sind als Annahmen, die lediglich zeigen sollen, dass die angeführten Erscheinungen von einem bestimmten Gesichtspunkte aus erklärlich sind, bedarf wohl kaum einer besonderen Betonung.

Ganz dahingestellt aber muss es bleiben, ob die verschiedenen Wirkungen der Abschnürung eines Halsvagus nach Spaltung der Oblongata auf individuellen Verschiedenheiten der Versuchsthiere hinsichtlich der Ausbreitung der Vagi auf den beiden Lungen oder auf Verschiedenheiten in der Verletzung der Oblongata beruhen, deren Ausmessung ja nur die allergröbsten Verschiedenheiten ergeben kann. Selbst die mikroskopische Untersuchung würde da mit Rücksicht auf mögliche mechanische Fernwirkungen, die zunächt nur zu functionellen, nicht morphotischen Veränderungen führen können, kein zuverlässiges Resultat verbürgen.

Mag aber nun die von mir versuchte Deutung der Erscheinungen nach halbseitiger Durchschneidung oder Spaltung der Oblongata zutreffend sein oder nicht, so sind diese Langendorff'schen Versuche nach ihren richtig gestellten Ergebnissen doch unter allen Umständen nicht geeignet, einen Beweis dafür zu erbringen, dass das automatische Athmencentrum in der Medulla spinalis und nicht in der Oblongata liegt.

Es ist ja auch keineswegs Laune oder Hartnäckigkeit, wenn bis zum Erbringen unumstösslicher Gegenbeweise an der alten Lehre von Legallois festgehalten wird. Denn wir wissen aus dem Verhalten der Skelettmusculatur und der kleinen Arterien bei Einwirkung von dyspnoischem Blut oder von Ischämie auf die Oblongata oder das Rückenmark allein, wie empfindlich die erstere und wie träg das letztere auf den Blutreiz reagirt. Ferner wissen wir, dass beim Säugethier die zu den bekannten Blutdruckschwankungen führende rhythmische Innervation der kleinen Arterien, wie die blutige oder unblutige Ausschaltung der Oblongata lehrt, von dieser ausgeht; dass von da aus auch die rhythmische Innervation der Muskeln erfolgt, die beim Säugethier an der Kopfathmung betheiligt sind; dass die von Hirnnerven vermittelte Athmung des Frosches automatisch von der Oblongata

aus unterhalten wird.[1] Wir haben also eine Reihe von Beweisen für die Fähigkeit der Oblongata zur Automatie und für ihre empfindliche Reaction auf den Blutreiz und wissen ausserdem, dass die Athembewegungen unter dem Wechsel des Blutreizes nach Zahl, Tiefe und Rhythmus die wesentlichsten Veränderungen erfahren können, so lange sie unter der Herrschaft der Oblongata stehen. Sollen wir dann die Anschauung, dass der durch den Blutreiz unterhaltene und veränderte Antrieb zu den Athembewegungen wie beim Frosch so auch beim Säugethiere von der Oblongata ausgeht, darum aufgeben, weil es Brown-Séquard, Rokitansky und Langendorff gelungen ist, ab und zu nach Abtrennung der Oblongata einige rhythmische Innervationen der Athmungsmusculatur zu beobachten, die zwanglos als reflectorische gedeutet werden können, über deren etwaige Variation bei wechselndem Blutreiz man anderseits aber so gut wie gar nichts weiss?

Und wie verträgt sich ferner mit der Lehre, dass der nach Durchschneidung der Oblongata am Calamus regelmässig eintretende Athmungsstillstand auf einer Hemmung der Thätigkeit der spinalen Centren beruht, die von mir (Sechste Mittheilung, S. 2) angeführte und mit Curvenbeispielen belegte Thatsache, dass man noch einige Zeit nach Abtrennung der Oblongata, während der Reiz des hochgradig dyspnoischen Blutes keine Athembewegung auszulösen vermag, auf reflectorischem Wege mit Leichtigkeit vereinzelte Innervationen der Einathmungsmuskeln herbeiführen kann?! Soll die Hemmung die automatischen spinalen Centren etwa gerade nur auf den sonst so wirksamen Blutreiz reactionslos machen, die reflectorische Erregbarkeit aber intact lassen?

Und alle diese zu Gunsten der Lehre von Legallois sprechenden Erwägungen behalten auch gegenüber den von Langendorff so warm begrüssten Versuchen Wertheimer's[2] ihr volles Gewicht. Denn die von Wertheimer bei nicht erkalteten Thieren spät, bei erkalteten aber bald nach vollständiger Durchschneidung der Oblongata an den Athmungs-

[1] Vergl. meinen „Achten Beitrag zur Lehre von d. Athmungsinnervation." Diese Sitzungsber. III. Abth., Juli-Heft 1887, S.103.

[2] Rech. experiment. sur les centres respir. de la moelle épinière: Journ. de l'anat. et de la physiol. 1886, p. 458 ff. u. 1887, p. 567 ff.

muskeln beobachteten sehr ungleichmässigen Bewegungen, die so schwach und so frequent waren, dass die hiedurch bedingten intrathoracalen Druckschwankungen in der Regel nur bei unmittelbarer Verbindung der Trachea mit einer Marey'schen Schreibtrommel zur Verzeichnung gebracht werden konnten und durch gleichzeitige Verzeichnung der Carotispulse ausgeschlossen werden musste, dass diese Druckschwankungen nicht lediglich durch den Herzschlag bedingt sind, diese Bewegungen sind, wie Wertheimer selbst hervorhebt, etwas von den typischen Athembewegungen ganz Abweichendes, und zeigen nach ihm bei den verschiedenstgradigen Veränderungen des Blutreizes keinerlei Wechsel.

Allerdings hält Wertheimer sie desshalb für den Ausdruck einer specifischen Automalie spinaler Centren, die dann durch die Einwirkung eines moderirenden und regulirenden Apparates in der Oblongata in die normal frequenten, tiefen und gleichmässigen Athmungen umgesetzt wird. Und wenn Wertheimer ferner von diesem Apparate aus auch die Coordinirung der Thätigkeit inspiratorischer und exspiratorischer Centren im Rückenmark erfolgen (Jahrg. 1886, S. 507), sowie den ganzen Wechsel der Athembewegungen bedingen lässt, der bei Veränderungen der Blutbeschaffenheit von der Blutapnoe angefangen bis zur Erstickung sich vollzieht, so schrumpft die Bedeutung der spinalen Centren für die Athmung schon nach seinen eigenen Annahmen sehr zusammen.

Stellt man sich aber dennoch mit Wertheimer auf den Standpunkt, dass die durch die Oblongata moderirten, regulirten und coordinirten Impulse von spinalen Centren ausgehen, deren Thätigkeit, wie er angibt, auch bei apnoischer und dyspnoischer Blutbeschaffenheit unverändert bleibt, so muss man erwarten, dass bei Ausschaltung der Einwirkungen der Oblongata mittels der sogenannten Blutapnoe die von Wertheimer als specifische Spinalathmungen beschriebenen Bewegungen auftreten. Nach der von ihm gegebenen Darstellung der Verhältnisse muss man gerade die ausgiebige künstliche Ventilation nach Ausschaltung der Vagi (Blutapnoe) bei sonst intacten Thieren als ein einfaches Mittel ansehen, das von ihm in verwickelteren Versuchen vergeblich angestrebte Ziel zu erreichen, den Einfluss der Oblon-

gata auf die Athmung ohne traumatische (und wohl auch anderweite) Einwirkung auf die spinalen Centren auszuschalten. Bekanntlich verschwinden aber die Athembewegungen während der Blutapnoe vollständig, von der specifischen Spinalathmung Wertheimer's ist keine Spur zu finden.

Bei solchem wichtigen Widerspruch der Thatsachen mit seiner Annahme liegt es wohl weit näher, die von ihm an den Athmungsmuskeln nach Abtrennung der Oblongata beobachteten, zuweilen mit rhythmischen Zuckungen anderer Muskeln einhergehenden Bewegungen als Ausdruck abnormer Vorgänge im Athmungsnervmuskel-Apparat anzusehen, und sie in eine gewisse Analogie zu den nach Durchschneidung peripherer Nerven auftretenden oder den postanämischen, in Bezug auf Frequenz, Schwäche und Ungleichmässigkeit ähnelnden Zitterbewegungen zu setzen.

So kann ich also allen den Angaben, welche darthun sollen, dass die automatischen Impulse der Athembewegungen von den Centren der Athmungsmuskelnerven im Rückenmark und nicht von der Oblongata ausgehen, eine Beweiskraft nicht zugestehen, während ich finde, dass alle über die centrale Athmungsinnervation bekannten Thatsachen, einschliesslich der Folgen der plötzlichen, sowie der successiven Abtrennung der Oblongata und der hienach, sowie während Apnoe reflectorisch auslösbaren Einathmungen, sich ganz ungezwungen und ohne dass ein stichhaltiger Einwand dagegen zu machen wäre, aus der Annahme erklären, dass die automatischen, durch den Blutreiz unterhaltenen und variirten Athmungsimpulse von der Oblongata aus den zugleich als Reflexcentren dienenden spinalen Centren der Athmungsmuskelnerven zugeführt werden.

# Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Figuren geben die Athembewegungen nicht narkotisirter Kaninchen wieder, und zwar die mit *r* bezeichneten Curven die Rippenbewegungen der rechten, die mit *l* bezeichneten jene der linken Seite und die nicht besonders bezeichneten den Luftwechsel in einem mit der Trachea verbundenen geschlossenen Luftraum.

Die niederen senkrechten Striche auf der Abscisse markiren Secunden, die höheren, durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen Striche, Eintritt und eventuell Dauer eines Eingriffes.

## Tafel I.

Fig. 1. Anlegen einer Trachealfistel.

„ 2—4 von einem und demselben Thier. Zwischen 2 und 3 wurde die Oblongata, linksseitig, zwischen 3 und 4 der Phrenicus rechts und der Vagus links durchschnitten. Bei 4 Reizung des *l* centralen Vagusstumpfes mit J. (Inductorium) 15 (Rollenabstand).

„ 5. und 6 von einem Thier. 5 vor, 6 nach rechtsseitiger Durchschneidung der Oblongata.

„ 7—10 von einem Thier. 7 vor, 8 nach linksseitiger Durchschneidung der Oblongata und rechtsseitiger des Phrenicus. Zwischen 8 und 9 Durchschneidung, bei 9 centripetale Reizung des rechten Halsvagus J. 25; bei 10 Injection von 0·25 Chloralhydrat in eine Halsvene. Beim langen, senkrechten Strich wurde ein 49 Secunden langes Curvenstück ausgelassen.

„ 11, 12 von einem Thier. 11 vor, 12 nach linksseitiger Durchschneidung der Oblongata.

„ 13, 14 von einem Thier. Bei 13 Abschnüren des linken, bei 14 des rechten Phrenicus.

„ 15, 16 von einem Thier. Oblongata median gespalten. Zwischen 15 und 16 Abschnüren, bei 16 centripetale Reizung des linken Halsvagus, J. 20.

## Tafel II.

Fig. 1—7 von einem Thier. Oblongata median gespalten. 1. Abschnüren des rechten Halsvagus. 2. Centripetale Reizung desselben J. 40. 3. Tactile Reizung des Versuchsthieres. 4. Centripetale Reizung des rechten Halsvagus J. 20. Unmittelbar darauf zufällige tactile Reizung des Versuchsthieres. 5. Abschnüren des linken Halsvagus. 6. Centripetale Reizung desselben J. 30. 7. bei *a* mechanische Reizung der linken, bei *b* der rechten Nasenhöhle.

Fig. 8—12 von einem Thier. Oblongata median gespalten. 8. Abschnüren des linken Halsvagus. 9. Centripetale Reizung desselben mittels der elektrischen Pincette. 10. und 11. Centripetale Reizung desselben J. 20 (10) und 12 (11). 12. Abschnüren des rechten Halsvagus.

„ 13. Oblongata median gespalten, rechter Halsvagus abgeschnürt. Centripetale Reizung des letzteren. J. 20.

## Tafel III.

Fig. 1. Oblongata median gespalten, rechter Halsvagus abgeschnürt. Bei *a* tactile Reizung des Thieres, bei *b* und *c* centripetale Reizung des rechten Halsvagus. J. 20.

„ 2. Gespaltene Oblongata, linker Halsvagus durchschnitten. Abschnüren des rechten Halsvagus.

„ 3—6 von einem Thier. Gespaltene Oblongata. 3. Abschnüren des linken Halsvagus; bei *U* Unruhe des Versuchsthieres. 4. Reizung des l. Vagus J. 15. 5. Abschnüren des rechten Halsvagus. 6. Reizen desselben J. 15.

„ 7—9 von einem Thier. Oblongata median gespalten, linker Halsvagus durchschnitten. 7. Abschnüren des rechten Halsvagus. 8. Centripetale Reizung desselben J. 20. 9, J. 15.

„ 10. Oblongata median gespalten. Abschnüren des linken Halsvagus.

Fig. 5.

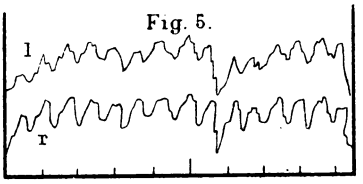
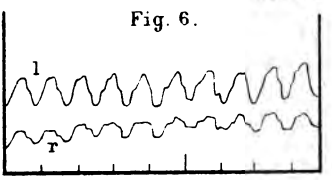



Fig. 6.



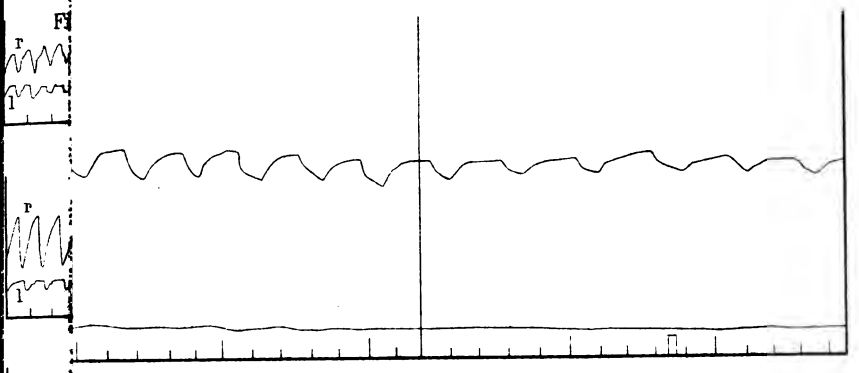




Fig. 9.

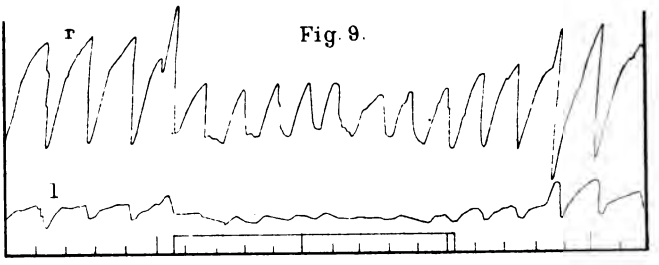
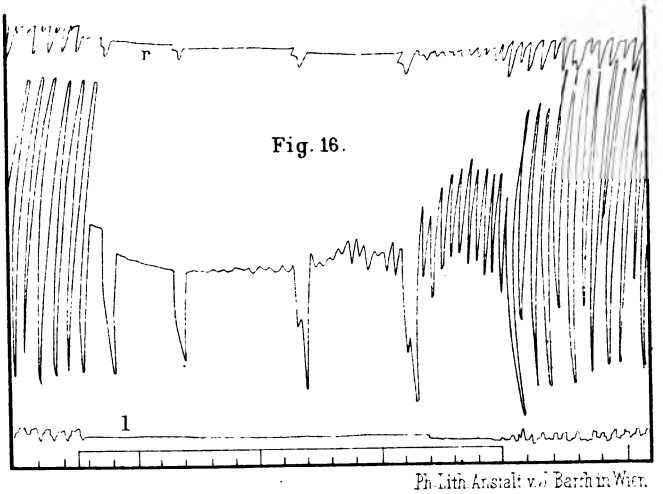



Fig. 16.




Ph. Lith. Anstalt v. J. Barth in Wien.

Fig. 3.

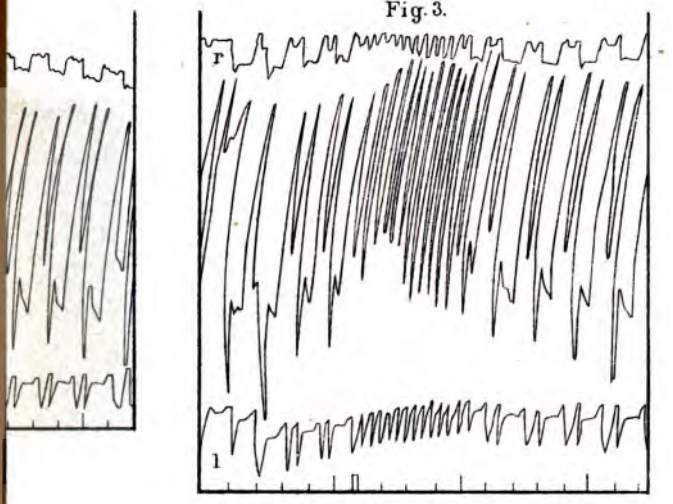



Fig. 13.

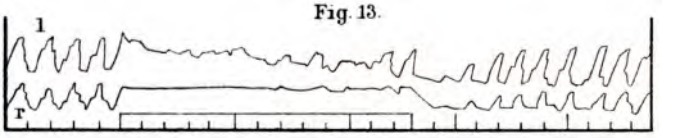



Fig. 6.

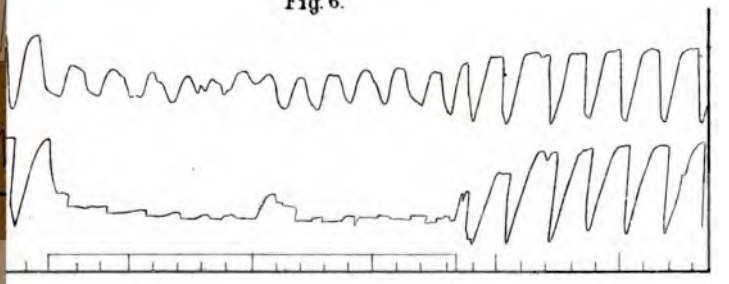
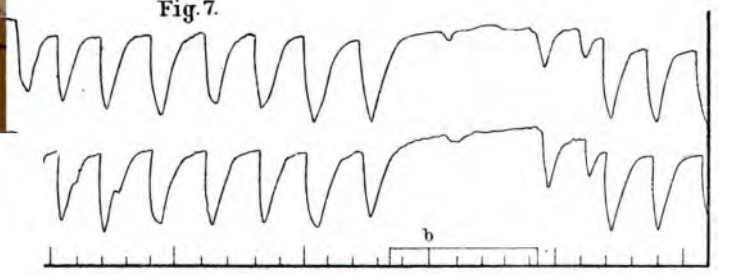


Fig. 7.




Ph. Lith. Anstalt v. J. Barth in Wien.

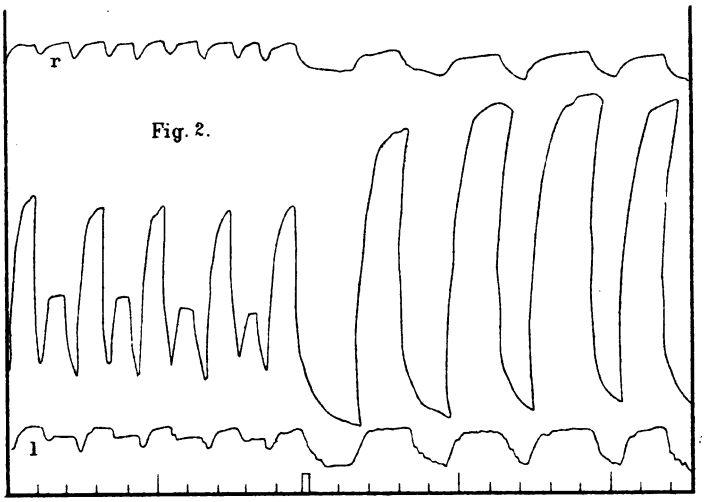



Fig. 2.

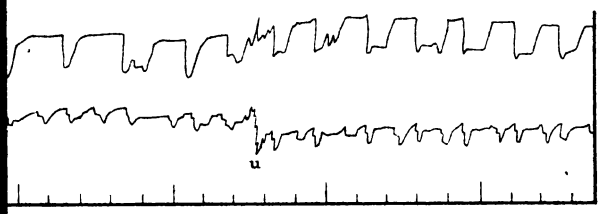
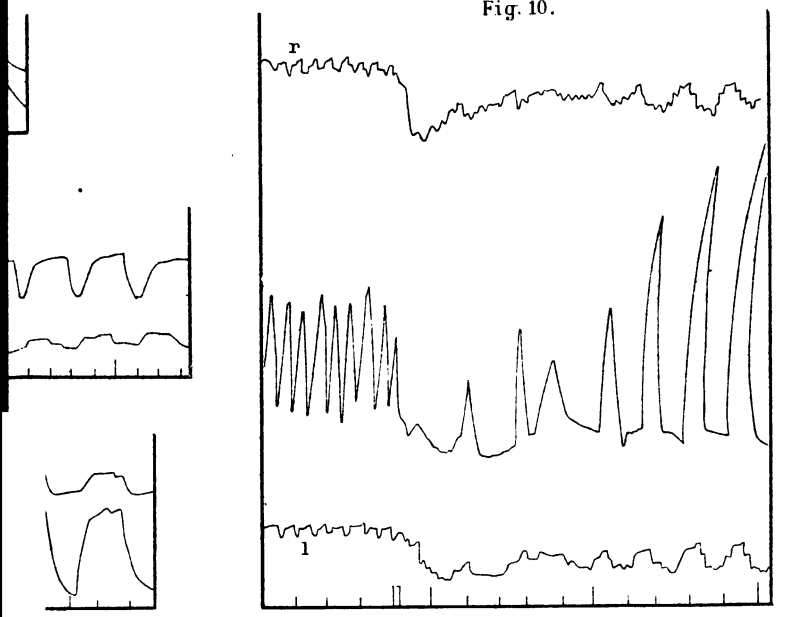



Fig. 10.




Ph. Lith. Anstalt v. J. Barth in Wien.

## XVI. SITZUNG VOM 21. JUNI 1888.

Herr Prof. J. V. Janovsky an der k. k. Staatsgewerbeschule in Reichenberg übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Studie über Azotoluole".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Kenntniss des Strychnins", Arbeit aus dem Laboratorium für angewandte medicinische Chemie der k. k. Universität in Innsbruck von Prof. Dr. W. F. Loebisch und stud. med. H. Malfatti.
2. „Beitrag zur Transformation und Berechnung bestimmter Integrale", von Prof. Reinhard Mildner an der Landesrealschule in Römerstadt (Mähren).
3. „Über die zu einer ebenen Curve dritter Ordnung gehörigen elliptischen Transcendenten", von Dr. Georg Pick, Privatdocent an der k. k. deutschen Universität in Prag.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung von Schwefelsäure auf Bromderivate des Benzols, von Dr. J. Herzig".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Bestimmung der Löslichkeit einiger Salze der normalen Capronsäure und Diaethylessigsäure", von Herrn Paul Keppich.

Ferner überreicht Herr Prof. Lieben zwei Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Lemberg:

1. „Über das Glyoxalbutylin und das Glyoxalisobutylin, von Herrn Josef Rieger".

2. „Über moleculare Umlagerungen bei Synthesen aromatischer Kohlenwasserstoffe mittelst Aluminiumchloride", von Dr. Julian Schramm, Privatdocent an dieser Universität.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung von Herrn Prof. G. v. Niessl in Brünn: „Bahnbestimmung des Meteors vom 23. October 1887".

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak übergibt eine Mittheilung des Herrn Prof. C. Dölter in Graz: „Über Glimmerbildung aus Andalusit und Granat".

Herr Prof. Dr. Carl Grobben in Wien überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Pericardialdrüse der chaetopoden Anneliden nebst Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit derselben".

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Annual Report of War for the year 1886. Vol. IV. Washington, 1886; 8°.

Die Venus-Durchgänge 1874 und 1882. Bericht über die deutschen Beobachtungen, herausgegeben von dem Vorsitzenden der Commission für die Beobachtungen der Venusdurchgänge in Berlin A. Auwers. III. Bd. Die Beobachtungen der Expedition von 1882. Berlin, 1888; 4°.

Publications of the Lick Observatory of the University of California. Prepared under the direction of the Lick Trustees by E. S. Holden. Vol. I. Sacramento, 1887; 4°.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCVII. Band. VII. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

# XVII. SITZUNG VOM 5. JULI 1888.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der niederösterr. Statthalterei vorgelegten Tabellen und graphischen Darstellungen der Eisbildung an der Donau während des Winters 1887/8.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ausgeführte Arbeit aus dem physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag: „Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung", von Doc. Dr. J. Singer und Dr. E. Münzer.

Das w. M. Herr Regierungsrath F. Steindachner übersendet eine Abhandlung von Herrn Anton Handlirsch: „Monographie der mit Nysson und Bembex verwandten Grabwespen". (III.)

Herr Zdislaus Stanecki, Assistent an der k. k. Universität in Lemberg, übersendet eine Abhandlung: „Über die Wirkung der Translationskraft eines Magnets".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Die Architektur der skoliotischen Wirbelsäule", von Prof. Dr. C. Nicoladoni an der k. k. Universität in Innsbruck.
2. „Über die Singularitäten von einer Gattung Rückungsflächen vierten Grades", von Prof. A. Sucharda an der k. k. Staatsmittelschule in Tábor.

3. „Neue Eigenschaft der Parabel", von Prof. N. Fialkowski an der Communal-Realschule im VI. Bezirke Wien.

Ferner vier Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Lemberg:

1. „Über den Einfluss des Lichtes auf den Verlauf chemischer Reactionen bei der Einwirkung der Halogene auf aromatische Verbindungen", von Dr. Jul. Schramm.
2. „Über einige Derivate der Metamethylphenilessigsäure", von Herrn M. Seńkowski.
3. „Über die Einwirkung von primären aromatischen Aminen auf Benzil", von Herrn F. X. Bandrowski und
4. „Über die Zersetzung aminartiger Stickstoffverbindungen durch Amine", von Dr. Br. Lachowicz.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Einwirkung von Ammoniak auf Methyläthylacroleïn", von Herrn Eduard Hoppe.
2. „Einwirkung von schwefliger Säure auf Methyläthylacroleïn", von Herrn Eugen Ludwig.

Ferner überreicht Herr Prof. Ad. Lieben eine Abhandlung von Prof. Dr. Zd. H. Skraup in Graz: „Zur Constitution der Chinaalkaloide. (I. Mittheilung). Das Cinchonin."

Herr Dr. Guido Goldschmiedt überreicht eine von ihm im I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeit: „Zur Kenntniss des Isochinolins".

Herr Dr. Gottlieb Adler, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht folgende vorläufige Mittheilung: „Über die Veränderung elektrischer Kraftwirkungen durch eine leitende Ebene".

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Borchardt, C. W., Gesammte Werke. Auf Veranlassung der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben von G. Hettner. (Mit dem Bildnisse Borchardt's). Berlin, 1888; 4°.

Oeuvres Complètes de Christian Huygens, publiées par la société Hollandaise des Sciences. Tome I^er^. Correspondance 1638—1656. La Haye, 1888; 4°.

Konkoly, N. v., Beobachtungen, angestellt am Astrophysikalischen Observatorium in Ó Gyalla (Ungarn). IX. Bd. (Beobachtungen v. J. 1886). Halle, 1888; 4°.

## XVIII. SITZUNG VOM 12. JULI 1888.

Der Secretär legt folgende erschienene Publicationen vor:

Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe LIV. Bd.

Sitzungsberichte XCVII. Bd. Abtheilung II. a. März—April-Heft und Abtheilung II. b. April—Mai-Heft, 1888.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine Abhandlung: „Über eine neue Synthese und die wahrscheinliche Constitution des Ammelins $C_3H_5N_5O$", von den Herren A. Smolka und A. Friedreich aus dem Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Bielitz.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit der Herren J. Kachler und F. V. Spitzer: „Über Oxycamphoronsäuren".

Das w. M. Herr Prof. v. Lang übermittelt eine im physikalischen Cabinete der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeit des Herrn stud. phis. Moriz Hoor: „Über die Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf negativ elektrisch geladene Conductoren".

Herr Dr. Eduard Freiherr v. Haerdtl legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Die Bahn des periodischen Kometen Winnecke in den Jahren 1858—1886 nebst einer neuen Bestimmung der Jupitermasse".

Herr Dr. Richard v. Wettstein, Privat-Docent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Über Compositen der österreichisch-ungarischen Flora mit zuckerabscheidenden Hüllschuppen".

# XIX. SITZUNG VOM 19. JULI 1888.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach übersendet eine im physikalischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag ausgeführte Arbeit des Herrn G. Jaumann: „Einfluss rascher Potentialänderungen auf den Entladungsvorgang."

Ferner übersendet Herr Prof. Mach eine vorläufige Mittheilung der Herren Prof. Dr. P. Salcher und J. Whitehead in Fiume: „Über den Ausfluss stark verdichteter Luft."

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. Freiherr Krieg v. Hochfelden, Privatdocent an der k. k. technischen Hochschule in Graz: „Über projective Beziehungen, die durch vier Gerade im Raume gegeben sind."

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. L. Boltzmann übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. Ignaz Klemenčič, betreffend eine über Auftrag des k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht im physikalischen Institute der Universität in Graz ausgeführte Arbeit: „Untersuchungen über die Eignung des Platin-Iridiumdrahtes und einiger anderer Legirungen zur Anfertigung von Normal-Widerstandseinheiten."

Ferner übersendet Herr Prof. Boltzmann eine vorläufige Mittheilung von Herrn F. Emich in Graz folgenden Inhaltes: In kurzem gedenke ich den experimentellen Beweis für folgenden Satz erbringen zu können: „Alle Amide der Kohlensäure lassen sich durch Erhitzen mit Ätzkali in Cyanat und dementsprechend durch Glühen mit Calciumoxyd in Cyamid überführen."

Das c. M. Herr Prof. V. v. Ebner in Graz übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig in Wien übersendet zwei in seinem Laboratorium von den Herren Prof. Dr. J. Mauthner und Docent Dr. W. Suida ausgeführte Arbeiten:

1. „Über Phenylglycin-ortho-carbonsäure, sowie über die Gewinnung von Glycocoll und seinen Derivaten."
2. „Über einige aromatische Derivate des Oxamids und der Oxaminsäure."

Herr Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Der Blutdruck in der *Arteria pulmonalis* bei Kaninchen und seine respiratorischen Schwankungen."

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung des Herrn Prof. Dr. A. Puchta in Czernowitz vor, betitelt: „Analytische Darstellung der kürzesten Linien auf allen abwickelbaren Flächen."

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Prof. Dr. C. Doelter in Graz vor, welches die Aufschrift führt: „Über die künstliche Darstellung der Hornblende."

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Über die durch Kalilauge aus den Alkylhalogenadditionsproducten des Papaverins abscheidbaren Basen", von Dr. A. Stransky.
2. Über ein Additionsproduct von Papaverin und Orthonitrobenzylchlorid", von Dr. Erhard v. Seutter.
3. „Notiz über Methysticin," von Dr. C. Pomeranz.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung: „Zur Kenntniss des Colchicins", von den Herren G. Johanny und S. Zeisel.

Das w. M. Herr Prof. v. Lang überreicht zwei Arbeiten, die im physikalischen Cabinet der Wiener Universität unter der Leitung des Herrn Prof. F. Exner ausgeführt wurden.

Die erste ist von Herrn H. A. Haschek: „Über Brechungsexponenten trüber Medien.“ (Vorläufige Mittheilung.)

Die zweite Abhandlung ist von Prof. Franz Exner, c. M. der k. Akad. und H. F. Tuma: „Studien zur chemischen Theorie des galvanischen Elementes.“

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. A. Bauer überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten der Herren K. Hazura und A. Grüssner, und zwar:

1. „Zur Kenntnis des Olivenöls.“
2. „Über die Oxydation ungesättigter Fettsäuren mit Kaliumpermanganat.“

Herr Dr. Guido Goldschmiedt überreicht zwei im I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeiten:

1. „Untersuchungen über Papaverin“, VIII. Abhandlung.
2. „Untersuchungen über Papaverin“, IX. Abhandlung.

Herr Dr. S. Zeisel überreicht eine von ihm und Dr. J. Herzig ausgeführte Arbeit: „Neue Beobachtungen über Bindungswechsel bei Phenolen.“ (II. Mittheilung.)

Herr Oberlieutenant Joachim Steiner des 2. Genie-Regimentes und Lehrer an der k. k. Militär-Oberrealschule in Mährisch-Weisskirchen überreichte eine vorläufige Notiz über eine Abhandlung, in welcher der Nachweis geliefert werden soll, dass die moderne Moll-Theorie mit der Compositionsweise aller Meister von Gluck bis Richard Wagner im Widerspruche steht.

## Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Mahler, E., Chronologische Vergleichungs-Tabellen, nebst einer Anleitung zu den Grundzügen der Chronologie. I. Heft. Die ägyptische, die alexandrinische, die seleucidische und griechische Zeitrechnung. Wien, 1888; 4°.

# Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule

von

Prof. V. v. Ebner in Graz,
c. M. k. Akad.

(Mit 2 Tafeln.)

In seinen grundlegenden Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere[1] wies R. Remak zuerst nach, dass die Urwirbel keineswegs den späteren Wirbeln entsprechen, sondern dass aus ihnen zunächst die intervertebralen Muskeln hervorgehen, während die Wirbel und Zwischenwirbelbänder erst durch einen eigenthümlichen Neugliederungsprocess aus den Urwirbelkernen hervorwachsen sollten. Jedem Urwirbel würde später die hintere Hälfte eines Wirbels, ferner das Zwischenwirbelband und — dem hinteren Ende des Urwirbels entsprechend — die vordere Hälfte des nächstfolgenden Wirbels zugehören. Ausserdem sollten aus den Urwirbeln noch das Blastem für die Spinalganglien und die Nervenwurzeln, ferner die Bauchplatten und die obere Vereinigungshaut hervorgehen.

Diese Lehre erfreute sich zunächst allgemeiner Anerkennung; insbesondere schloss sich Kölliker in der ersten Auflage seiner Entwicklungsgeschichte[2] rückhaltlos der Darstellung Remak's an. In der grossen Arbeit über die Entwicklung des Hühnchens,[3] in welcher W. His seine Parablastlehre zuerst ausführlich begründete, wurde unter anderem auch die entwicklungsgeschicht-

[1] Berlin 1855.

[2] Leipzig 1861, S. 63.

[3] Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.

liche Bedeutung der Urwirbel wesentlich anders, als von Remak aufgefasst. Nach His sind die Urwirbel archiblastische Bildungen und sie haben daher mit der Skeletentwicklung nichts zu thun, da diese, wie die Entwicklung aller Bindesubstanz, auf parablastischen Ursprung zurückzuführen sei. Aus den Urwirbeln gehen, nach der damaligen Darstellung von His, die Rückenmuskeln, ferner die Muskeln der Aorta und der Grenzstrang des Sympathicus mit seinen Ganglien und endlich — wahrscheinlich — auch der Urnierengang hervor. Dagegen sollten die Spinalganglien nicht von den Urwirbeln, sondern aus dem oberen Keimblatte, aus dem Zwischenstrange, sich bilden. Die letztere Angabe, über die Entstehung der Spinalganglien, hat mit geringen Abänderungen allgemeine Anerkennung gefunden; nicht so die Leugnung der Beziehung der Urwirbel zur Bildung des Wirbelskeletes. Seit dem Erscheinen der für die neueren entwicklungsgeschichtlichen Theorien so bedeutungsvollen Arbeit von His, ist dieser Punkt fraglich geblieben.

Die Anhänger der Parablasttheorie in ihren mannigfachen Abstufungen nehmen mit His einen besonderen Ursprung für Blut und Bindesubstanzen von der Peripherie des Keimes an und müssen daher mit His die Beziehung der Urwirbel zur Skeletbildung in Abrede stellen. Die Gegner halten in dieser Beziehung an der alten Remak'schen Lehre fest. So bleibt denn als zweifellos nur bestehen, dass aus den Urwirbeln Muskeln, vor Allem die segmental angeordneten, intervertebralen Muskeln hervorgehen. Der Verfasser des neuesten Lehrbuches über Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere, O. Hertwig[1], behauptet für die niedersten Formen *(Amphioxus, Petromyzon)*, dass die Urwirbel nur muskelbildende Primitivorgane seien und ist geneigt, auch für die höheren Wirbelthiere dies für wahrscheinlich zu halten, ohne sich jedoch hierüber bestimmt auszusprechen.

Die Frage nach der entwicklungsgeschichtlichen Beziehung zwischen Urwirbeln und Wirbelsäule ist für alle Schattirungen der Parablasttheorie, die Hertwig'sche Mesenchymtheorie mit

[1] II. Aufl. Jena 1888.

inbegriffen, von principieller Bedeutung. Es dürfte daher von Interesse sein, wenn Thatsachen beigebracht werden, welche in bestimmterer Weise, als die bisher bekannten, für die Remak'sche Lehre von der Bildung der Wirbelsäule sprechen.

Das Material, an welchem die folgenden Untersuchungen angestellt wurden, sind in erster Linie Embryonen der Ringelnatter. Es liegt ja nahe, zu solchen Untersuchungen ein Thier zu wählen, an welchem die Segmentirung des Rumpfes so überaus reich ausgebildet ist, wie gerade bei den Schlangen. Da die Urwirbelbildung und die Differenzirung der aus derselben hervorgehenden Gewebe von vorn nach hinten fortschreitet, so kann man bei der grossen Zahl dieser Gebilde an einem und demselben Natternembryo eine Reihe von Umbildungen beobachten. Die Präparate, welche ich benützte, sind zum grössten Theile dieselben, welche mein früherer Assistent, Herr Dr. L. Merk, bei seinen Untersuchungen über die Mitosen im Centralnervensysteme und in der Retina[1] in meinem Institute angefertigt hatte. Es sollen zunächst die Befunde an Natternembryonen besprochen werden, an welchen die Kiemenspalten schon geschlossen und welche etwas älter sind, als der von Rathke auf Taf. II, Fig. 5 seiner Entwicklungsgeschichte der Ringelnatter[2] abgebildete Embryo. Es lagen aus diesem Stadium Schnitte vor, welche theils parallel zur Axe der Schneckenwindungen, in welche Rumpf und Schwanz des Embryo aufgewickelt sind, geführt wurden; theils zu der genannten Axe annähernd senkrechte Schnitte. An ersteren kamen vorzüglich Querschnitte und frontale Längsschnitte des Rumpfes zur Beobachtung; an letzteren vorzugsweise sagittale Längsschnitte. Die Embryonen waren in Flemming's Gemisch gehärtet und in Celloidin eingebettet.

Betrachtet man zunächst einen frontalen Längsschnitt, der ungefähr in der Höhe der Spinalganglien liegt und welcher der hinteren Hälfte des Rumpfes entnommen ist, so ergibt sich im Wesentlichen ein Bild, wie es in Fig. 1, Taf. I dargestellt ist. Unter dem Epiblast *e.*, von diesem nur durch eine dünne, aus

[1] Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch. in Wien. Bd. XCII, III. Abth. (1885), S. 356 und Denkschr. Bd. LIII. (1887), S. 79.

[2] Königsberg 1839.

zerstreuten Zellen gebildete Mesoblastlage getrennt, folgen die Muskelplatten, welche aus einer äusseren, aus dichtgedrängten Cylinderzellen sich zusammensetzenden Schichte *am* und aus einer inneren, bereits zu Muskelzellen sich umwandelnden Schichte *im* besteht. Beide Schichten gehen am Kopf- und Schwanzende durch einen Umschlagsrand in einander über, welcher aus später ersichtlich zu machenden Gründen als äussere Urwirbelfalte (*a f.*) bezeichnet werden soll. Zwischen beiden Schichten der Muskelplatte ist ein deutlicher Spalt, der Rest der Urwirbelhöhle, sichtbar. Nach innen von den Muskelplatten bis nahe zum Rückenmarke *M.* (welches in der Zeichnung nicht ausgeführt ist), folgt nun ein Gewebe, welches eine doppelte Segmentirung zeigt, die einerseits den Urwirbeln, anderseits den bleibenden Wirbeln entspricht. Das Gewebe besteht nahe an den Muskelplatten aus ziemlich dicht gedrängten Zellen, welche weiter nach einwärts auseinanderrücken und Spindel- und Sternformen annehmen, während zwischen ihnen formlose, helle Grundsubstanz in grösserer Menge auftritt. Kurz, es ist ein Gewebe, welches den Charakter embryonaler Bindesubstanz zeigt und an welchem noch keine Knorpelbildung wahrzunehmen ist. Die Segmentirungen, welche den Urwirbeln entsprechen, und welche die directe Fortsetzung der Zwischenräume zwischen den Muskelplatten nach einwärts sind, erscheinen schon bei schwacher Vergrösserung scharf markirt. Bei stärkerer Vergrösserung überzeugt man sich, dass diese scharfen Grenzen, vorzüglich von interprotovertebralen Blutgefässen (*gf.*) herrühren, während das Gewebe, abgesehen von den Blutgefässen und abgesehen von der Einkerbung, welche zwischen den Muskelplatten etwas in die Tiefe reicht, sonst keine Unterbrechung zeigt. Man sieht vielmehr, dass über und unter den Blutgefässen und zwischen denselben die Zellen continuirlich zusammenhängen. Ganz anderer Natur sind die Abtheilungen *(Is)*, welche von der Mitte der Muskelplatte nach einwärts gegen das Rückenmark reichen. Sie erscheinen wie Spalten, zu deren beiden Seiten die Zellen sich aneinander schliessen, während in dem hell erscheinenden Zwischenraume kein Formelement zu entdecken ist; weder eine Zelle noch ein Blutgefäss. Die Lage dieser hellen Zwischenräume lässt keinen Zweifel darüber, dass sie den Grenzen der späteren Wirbel entsprechen, dass also an einem

solchen Präparate bereits die Neugliederung der Wirbelsäule im Sinne Remak's zu bemerken ist. Es soll daher dieser helle Zwischenraum als Intervertebralspalte bezeichnet werden. Vor der Intervertebralspalte liegt, dieser fast anliegend, das wohl abgegrenzte Intervertebralganglion *(gl.)*. Vergleicht man die hier möglichst treu nach dem Präparate gezeichnete Fig. 1 mit der von Remak auf Taf. V, Fig. 63[1] gegebenen Abbildung zur Erläuterung der Neugliederung der Wirbelsäule, welche auch von Kölliker in Fig. 30 der ersten Auflage seiner Entwicklungsgeschichte copirt wurde, so wird man die wesentliche Übereinstimmung der nach ganz verschiedenen Methoden gewonnenen Präparate nicht verkennen.

Es handelt sich nun darum, über die Herkunft der Intervertebralspalte und des dieselbe begrenzenden Gewebes Aufklärung zu gewinnen. Man bekommt dieselbe bei der Untersuchung frontaler Längsschnitte, welche näher der Ebene der Chorda liegen und einer weiter gegen das Schwanzende zu gelegenen Rumpfregion entnommen sind. Solche Schnitte sind in Fig. 2 und 3 dargestellt.

Fig. 3 entspricht einem annähernd frontalen Längsschnitte von zwei aufeinanderfolgenden Urwirbeln, etwas über der Chorda, noch in der Höhe des Rückenmarkes. An dem einen Urwirbel zeigen sich noch wesentlich die eben geschilderten Verhältnisse; der andere, der etwas mehr bauchwärts getroffen ist, zeigt aber bereits ein wesentlich anderes Bild, das an dem in Fig. 2 dargestellten Frontalschnitte, der der Höhe der Chorda entnommen ist, an einer grösseren Zahl von Urwirbeln zu sehen ist. Die innere Schicht der Muskelplatten *im* besteht hier nicht mehr aus langen Zellen, sondern aus Elementen, welche jenen der äusseren Schicht der Muskelplatte ähnlich sind; es ist ferner diese Schicht hier nicht mehr geschlossen, sondern sie reicht jederseits von der äusseren Urwirbelfalte (*af*) nur bis zur Mitte der Muskelplatte und schlägt sich nun in fast senkrecht abgebogener Richtung in die Zellenmasse (*K*) um, welche die Intervertebralspalte begrenzt. Es ist durch diesen Umschlagsrand, die innere Urwirbelfalte (*if*), die directe Continuität mit der die Intervertebralspalte

[1] l. c.

begrenzenden Zellenmasse gegeben und es ist daher naheliegend, dieselbe als gewucherten Urwirbelkern aufzufassen. Diese Urwirbelkernmasse ist durch eine der Muskelplatte parallele Rinne, die Urwirbelrinne (*r*), von der inneren Schichte der Muskelplatte zum Theile geschieden; nur am Boden der Rinne, an welchem sich die innere Urwirbelfalte befindet, ist eine unzweifelhafte Continuität der inneren Schichte der Muskelplatte mit der die Intervertebralspalte begrenzenden Zellenmasse vorhanden. Die Intervertebralspalte selbst setzt sich von innen nach aussen direct in den, hier noch klaffenden Hohlraum der Urwirbelhöhle (*uh*) fort und es erscheint daher hier auch die Intervertebralspalte als eine directe Fortsetzung der Mitte der Urwirbelhöhle.

Fasst man die an Frontalschnitten gewonnenen Erfahrungen zusammen, so kann man sich bereits eine annähernde Vorstellung von dem Bilde eines Urwirbels dieses Stadiums im Sagittalschnitte machen. Fast parallel zur Muskelplatte geschnittene Urwirbel sind in Fig. 4, Taf. II, von innen gesehen, dargestellt. Die in dieser Ansicht länglich rechteckigen Urwirbel erscheinen rings umsäumt von einem Kranze von Cylinderzellen, der äusseren Urwirbelfalte (*af.*). In der Zeichnung werden diese Cylinderzellen in der dorsalen Hälfte überdeckt von den bereits in Differenzirung begriffenen Muskelzellen, der inneren Schicht der Muskelplatte (*im.*). Weiter ventralwärts gehen diese Zellen in Rundzellen über, welche, gegen die *Vena cardinalis* zu, mehr und mehr auseinanderrücken und in der Mitte einen hellen Streifen zwischen sich freilassen, den Anfang der Intervertebralspalte (*Is*). Derselbe ist an weiter nach einwärts gelegenen Sagittalschnitten schärfer zu sehen, als an dem gezeichneten Schnitte, der die Muskelplatte enthält. Zur weiteren Vervollständigung des Bildes der Urwirbel in dem in Rede stehenden Stadium kann endlich der in Fig. 5. dargestellte Querschnitt dienen. Es wurde ein Schnitt ausgewählt, an welchem links und rechts, nicht an genau correspondirender Stelle, die Urwirbel getroffen sind. Rechterseits fällt der Schnitt in die vordere Hälfte des Urwirbels, da zugleich durch den Schnitt das Spinalganglion getroffen ist. Die doppelschichtige Muskelplatte erscheint hier ohne Zusammenhang mit dem das Rückenmark und die Chorda umhüllenden embryonalen Bindegewebe. Der

Unterschied zwischen dem dorsalen, bereits Muskeln bildenden Theile und dem ventralen, noch aus mehr rundlichen Zellen bestehenden Theile der inneren Schichte der Muskelplatte fällt am Querschnitte weniger auf, da die quergeschnittenen embryonalen Muskelzellen den Rundzellen sehr ähnlich sind. Der Urwirbel, welcher auf der linken Seite der Zeichnung dargestellt ist, wurde vom Schnitte knapp an der Intervertebralspalte getroffen und es erscheint daher am ventralen Theile der Muskelplatte die innere Schichte desselben in directer Continuität mit dem das Rückenmark und die Chorda umhüllenden Gewebe. An der dorsalen Seite reicht die innere Schicht der Muskelplatte weiter herab, da hier dieselbe bereits vollständig geschlossen ist und kein Spalt mehr existirt, wie die Sagittalansicht ergibt.

Die etwas umständliche Beschreibung des Verhaltens der Urwirbel in dem geschilderten Stadium möge damit entschuldigt sein, dass sie zu einem Verständnisse der Wirbelbildung nothwendig erschien. Es erübrigt noch die Beantwortung der Frage, wie weit sich die Intervertebralspalte erstreckt.

Die Intervertebralspalte ist an Frontalschnitten am deutlichsten in der Höhe der Spinalganglien; weiter dorsalwärts wird sie jedoch bald unsichtbar. Ventralwärts lässt sie sich deutlich bis in die Höhe der Chorda verfolgen. Medial reicht sie bis nahe an das Rückenmark und an die Chorda, berührt jedoch diese Gebilde nicht, da dieselben von einer dünnen, zusammenhängenden embryonalen Bindegewebschicht, welche um das Rückenmark herum bereits Blutgefässe enthält (Anlage der Rückenmarkshäute), umhüllt sind. So wenig als dorsalwärts, stossen die beiderseitigen Intervertebralspalten ventralwärts zusammen. An medianen Sagittalschnitten durch die Chorda und die darunter liegende Aorta zeigt das zwischen diesen beiden Organen gelegene Mesoblastgewebe keine Spur der Intervertebralspalten, dagegen erscheint dasselbe von der Aorta aus segmental, den Grenzen der Urwirbel entsprechend, eingekerbt. Ist es schon nach den Befunden an dem besprochenen Entwicklungsstadium kaum zweifelhaft, dass die Intervertebralspalten mit der Bildung der Zwischenwirbelbänder, beziehungsweise der Zwischenwirbelgelenke in Beziehung stehen, so wird dies durch die Untersuchung späterer Entwicklungsstadien, wie sie an demselben Embryo

in der vorderen Rumpfregion und an Schnitten etwas älterer Embryonen zu beobachten sind, zur Gewissheit. Die Zellen, welche die Spalte begrenzen, ordnen sich neben der Chorda zu einer dichteren Schichte, wodurch die ohnehin enge Spalte noch mehr verengert und endlich als solche unsichtbar wird, während nun ein dichterer Gewebestreifen an ihre Stelle getreten ist. Vor und hinter dem Streifen rücken die mehr rundliche Form annehmenden Zellen auseinander und während die Urwirbelgrenzen durch seitliche Verschiebung der Blutgefässe neben der Chorda verschwinden, beginnt so die Differenzirung der knorpeligen Wirbelkörper, welche als etwas hellere Gewebemassen ohne scharfe Grenze in die dunkleren Zwischenwirbelbänder übergehen. Es gibt demgemäss niemals ein Stadium eines ungegliederten Wirbelblastemes; es ist vielmehr schon mit dem Herauswachsen der Urwirbelkerne aus den Urwirbeln die Wirbelgliederung eingeleitet.

Es würde sich nun darum handeln, die Entstehung der Intervertebralspalte nach rückwärts, bis zu ihrem ersten Auftreten, zu verfolgen. Da an den Schlangenembryonen, welche den vorhergehenden Darstellungen vorzugsweise zu Grunde gelegt wurden, sehr frühe Stadien der Urwirbelbildung nur mehr am Schwanzende zu beobachten waren und die Urwirbelabgliederung am hintersten Körperende Besonderheiten darbietet, auf welche hier nicht eingegangen werden soll, so wähle ich zur Besprechung der früheren Stadien der Urwirbelbildung ein Präparat von einem Hühnerembryo vom Beginne des dritten Bebrütungstages, annähernd der Abbildung entsprechend, welche Kölliker in Fig. 126, S. 203, der zweiten Auflage seiner Entwicklungsgeschichte gibt. Der Embryo wurde parallel der Axe des hinteren Rumpfendes in sagittale Schnitte zerlegt. Da in diesem Entwicklungsstadium der Hühnerembryo nur mehr mit dem hinteren Rumpfende dem Dotter flach aufliegt, während das Kopfende bereits mit der linken Seite auf dem Dotter ruht, so ist natürlich das Kopfende des Embryo frontal getroffen und in der Mitte des Embryo geht daher die Schnittrichtung allmählig aus der frontalen in die sagittale über. Es ist daher auch in dem in Fig. 6, Taf. I, abgebildeten Längsschnitte durch die Urwirbel, welcher eine Übersicht über die Entstehung der Intervertebralspalte gibt,

der hinterste Urwirbel (1) rein sagittal getroffen, während der vorderste (9) in einer mehr frontalen Richtung geschnitten ist. Da die Vorgänge bei der Abgliederung der Urwirbel im allgemeinen hinreichend bekannt sind, so handelt es sich vorzüglich nur um die Entstehung der Intervertebralspalte. Der erste Urwirbel, der sich an den noch ungegliederten Theil der Urwirbelplatte anschliesst, zeigt noch keine Spur einer Höhle und noch ziemlich wenig regelmässig geordnete Zellen. Am nächstfolgenden Urwirbel (2) ist bereits eine deutliche Rindenschicht aus radiär geordneten Zellen zu erkennen, während die Mitte von runden Zellen ausgefüllt ist. Am folgenden Urwirbel (3) sondert sich dorsalwärts die Rinde vom Kern und am nachfolgenden (4) ist bereits dorsalwärts der Kern durch eine Höhle von der Rinde gesondert, während er ventralwärts mit dieser verschmolzen ist. Bei 5 ist bereits der Kern ventralwärts mit der Rinde so verschmolzen, dass diese keine radiärgestellten Zellen mehr erkennen lässt und mithin der Kern des Urwirbels ventralwärts auszuwachsen scheint. Gleichzeitig beginnen von der Ventralseite her die Zellen des Urwirbelkernes auseinander zu weichen; die erste Spur der Intervertebralspalte. Bei 7 ist die Intervertebralspalte schon in die unterdessen erweiterte Urwirbelhöhle durchgebrochen und bei 9 ist bereits ein Bild zu sehen, das sich an das in Fig. 2 vom Natternembryo dargestellte Stadium enge anschliesst. Die laterale Wand der Urwirbelrinde ist zur äussern Schicht der Muskelplatte geworden und indem dieselbe sich an den Rändern einkrempt, entsteht die äussere Urwirbelfalte, an welcher die äussere Wand der Muskelplatte in die sich jetzt anlegende innere Wand sich umschlägt, die dann in der Mitte des Urwirbels jederseits in eine vordere craniale, und eine hintere caudale Hälfte des Urwirbelkernes übergeht, zwischen welchen die Intervertebralspalte als Fortsetzung der Urwirbelhöhle sich einschiebt. Soweit die innere Schicht der Muskelplatte sich angelegt hat, erscheint sie von den Urwirbelkernen durch die Urwirbelrinne getrennt, welche gegenüber der inneren Urwirbelfalte ihr Ende findet. Damit ist die Sonderung des Urwirbels in einen muskelbildenden und einen skeletbildenden Theil begonnen. Indem dann weiterhin, von der Dorsalseite gegen die Bauchseite zu, die innere Urwirbelfalte verwächst, wird der skeletbildende

Theil des Urwirbels vom muskelbildenden vollständig gesondert und indem endlich die bereits gesonderten Hälften der Urwirbelkerne mit den benachbarten Hälften des nächst vorausgehenden und des nächstfolgenden Urwirbelkernes verwachsen, ist die Neugliederung der Wirbelsäule vollzogen.

Es ist also die Remak'sche Lehre in dem Punkte zu berichtigen, dass die Neugliederung der Wirbelsäule nicht aus einem gleichförmigen Blasteme der Urwirbel hervorgeht, sondern dass dieselbe schon zu einer Zeit sich anlegt, wo die Urwirbel noch selbständige Complexe von Embryonalzellen sind.

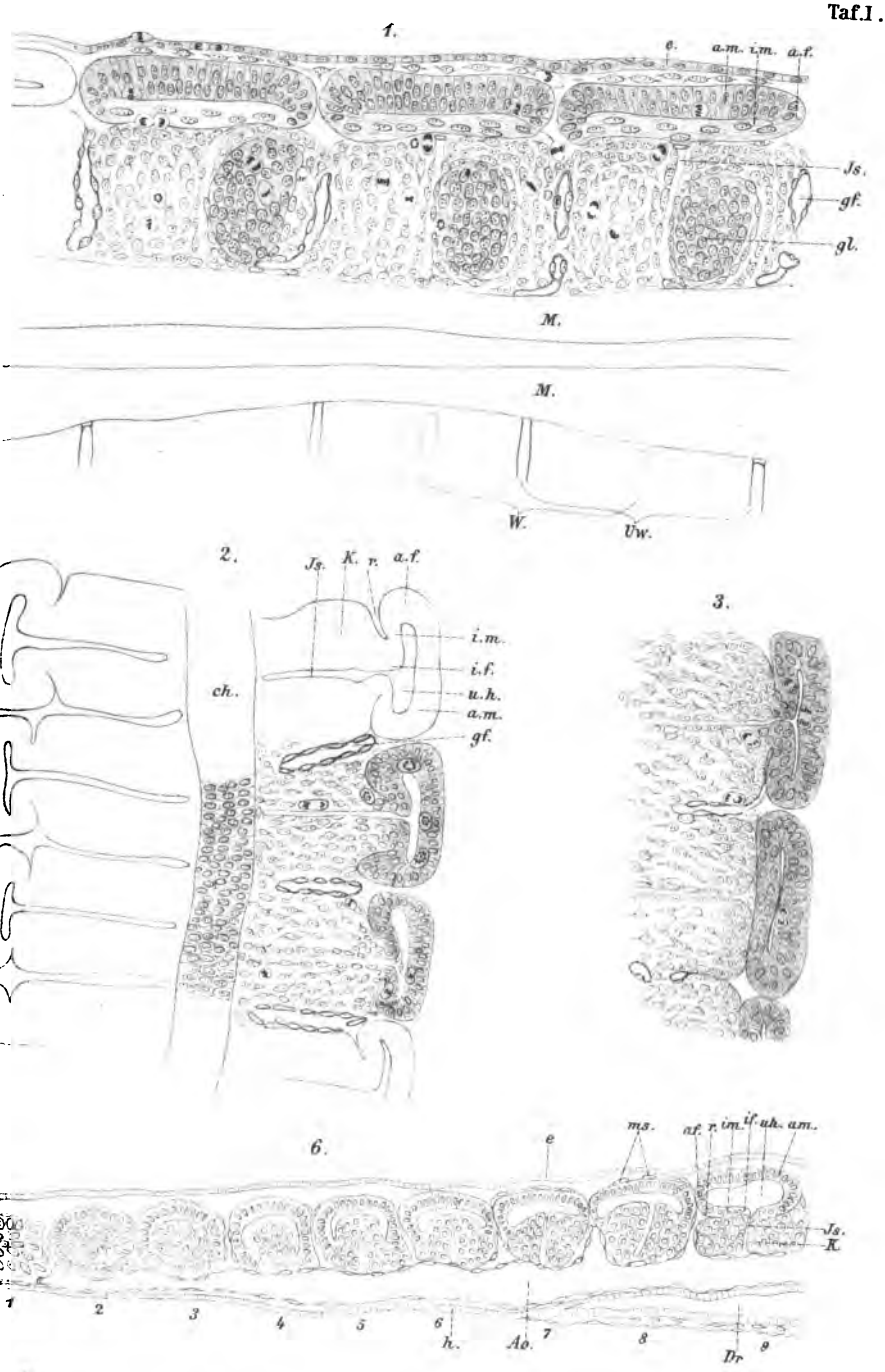
Die Besprechung der Querschnittsbilder der Urwirbel von der ersten Abgliederung an bis zu dem Stadium, wo die Muskelplatte sich sondert und die Chorda und das Rückenmark von einer Zellenmasse umwachsen sind, welche mit den Urwirbelkernen zusammenhängt, übergehe ich als hinreichend bekannt. Es möge nur hervorgehoben sein, dass diese Querschnittsbilder in Übereinstimmung mit dem kurz geschilderten Entwicklungsgange der Urwirbel stehen. Es sei beispielsweise auf den von Balfour[1] gegebenen Querschnitt eines Entenembryo, der auch von O. Hertwig copirt wurde, hingewiesen, an welchem die äussere Schicht der Muskelplatte des Urwirbels mit umgekrempten Rande zu sehen ist, der sich medialwärts in den gegen Rückenmark und Chorda auswachsenden Kern des Urwirbels fortsetzt.

Abbildungen der Intervertebralspalte der Urwirbel sind mir nicht bekannt, sie scheint daher bisher übersehen worden zu sein. Sie ist allerdings sehr zart und häufig schwer wahrnehmbar. Sie fiel mir an den Embryonen der Natter, wo sie sehr deutlich ist, zuerst auf; ich fand sie aber dann auch ohne Schwierigkeit an Frontalschnitten von Eidechsen-, Hühner-, Mäuse- und Fledermausembryonen. Am besten war die Spalte sichtbar an Präparaten, die mit Flemming's Gemisch behandelt waren; schlecht oder gar nicht sichtbar war sie an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit.

Es frägt sich nun noch, ob nicht auf Grund der Parablasttheorie gegründete Einwendungen gegen die hier gegebene Darstellung der Wirbelsäulengliederung sich erheben lassen.

[1] Handb. d. vergl. Embryologie übers. v. Vetter. Jena 1881. II. Bd. S. 163, Fig. 116.

Zwischen dem Zeitpunkte, in welchem die knorpeligen Wirbel deutlich werden, und jenem, in welchem die Urwirbel sich neu zu gliedern beginnen, liegt eine ziemlich lange Entwicklungsperiode, in welcher längs der auswachsenden Blutgefässe Zellen sich bilden, welche nicht von den Urwirbeln stammen, sich aber vor der Differenzirung der deutlichen knorpeligen Wirbelanlage so mit den Producten der Urwirbelkerne mischen, dass eine Unterscheidung der Zellen der einen und der anderen Herkunft nicht mehr möglich ist. Der thatsächliche Vorgang, welchen His als Durchwachsung des Archiblastes durch den Perablast theoretisch zu deuten sucht, kann also nicht geleugnet werden. So lange die Urwirbel wohl abgegrenzte Zellencomplexe darstellen, ist die Unterscheidung der beiderlei Zellen leicht und man kann, wie His zuerst hervorhob, deutlich erkennen, dass die Urwirbel von anfänglich zerstreut auftretenden Zellen umwachsen werden, welche von der Gegend der Aorta, später auch von den sich entwickelnden Cardinalvenen aus sich in die Zwischenräume zwischen den vorderen und hinteren Flächen der Urwirbel und zwischen den Urwirbeln und dem Epiblast einerseits und dem Medullarrohr und der Chorda anderseits einschieben. Solche den Urwirbeln nicht angehörige Zellen sind auch hier in Fig. 6 in ihrem ersten Auftreten zu sehen (*ms.*). Später, wenn einmal die Urwirbelkerne medialwärts wachsen, ist dann nicht mehr zu entscheiden, wie viel von dem das Medullarrohr und die Chorda umhüllenden embryonalen Gewebe auf den einen und den anderen Ursprung zurückzuführen sei. Man kann dann natürlich nicht mehr direct denjenigen widerlegen, der es für einen täuschenden Eindruck erklärt, wenn man bei Betrachtung der Schnittbilder zu sehen glaubt, dass die aus den Urwirbelkernen auswachsende Zellenmasse vorzüglich das Material für die Umhüllung des Medullarrohres, der Ganglien, Nerven und der Chorda liefere. Auch die Verfolgung der Kerntheilungsfiguren bringt keine sichere Entscheidung. Denn man sieht, sobald einmal die Urwirbelkerne auswachsen, die Kerntheilungen, von der inneren Urwirbelfalte angefangen, ohne erkennbare Regel zerstreut im Gewebe und ausserdem auch Kerntheilungen an den Gefässendothelien. Nur an den beiden Schichten der Muskelplatte sieht man, solange diese Schichten einen epithelartigen Charakter bewahren, die




V. v. Ebner del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. math. naturw. Classe. Bd. XCVII. Abth. III. 1888.

Kerntheilungen constant innen, an der der Urwirbelhöhle zugewendeten Seite, wie dies auch an den beigegebenen Abbildungen möglichst getreu dargestellt ist.

Wenn ich nun trotzdem behaupte, dass die Urwirbel den wesentlichsten Antheil an der Wirbelbildung haben, so geschieht dies nicht, weil diese Annahme ebenso gut oder ebenso wenig gerechtfertigt ist als ihr Gegentheil; sondern weil ohne diese Annahme die nachweisbare Umgliederung der Urwirbelkerne zu einer den Wirbelkörpern und deren Bogen entsprechenden Segmentirung ganz unbegreiflich wäre.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

*am.* Äussere Schicht der Muskelplatte.
*im.* Innere Schicht der Muskelplatte.
*af.* Äussere Urwirbelfalte.
*if.* Innere Urwirbelfalte.
*r.* Urwirbelrinne.
*K.* Urwirbelkern.
*uh.* Urwirbelhöhle.
*Is.* Intervertebralspalte.
*gf.* Interprotovertebrale Blutgefässe.
*gl.* Ganglion spinale.
*M.* Medullarrohr.
*ch.* Chorda dorsalis.
*e.* Epiblast.

Die wichtigen Contouren der Figuren 1 bis 5 sind bei circa 170maliger Vergrösserung mit der Camera angelegt, das histologische Detail, etwas schematisirt, mit Hilfe von System 7 Hartnack eingezeichnet.

Fig. 6 entspricht, bezüglich der wichtigeren Contouren, einer 86maligen Vergrösserung, das Detail wurde ebenfalls mit Hilfe von System 7 Hartnack eingezeichnet.

### Tafel I.

Fig. 1. Frontalschnitt durch die hintere Hälfte des Rumpfes eines Embryo der Ringelnatter mit bereits geschlossenen Kiemenspalten. Die Zeichnung nur auf der einen Seite ausgeführt, wo die Spinalganglien getroffen sind. Der Schnitt war nicht genau frontal,

sondern fiel auf der nicht ausgeführten unteren Seite etwas tiefer, näher der Frontalebene der Chorda, als an der oberen. An der unteren Seite der Zeichnung sind noch die Contouren der Urwirbelgrenzen und der Intervertebralspalten angelegt.

*Uw.* Urwirbelregion.

*W.* Wirbelregion von den Intervertebralspalten begränzt. Vergl. Text S. 196.

Fig. 2. Frontalschnitt in der Höhe der Chorda aus einer etwas weiter nach hinten gelegenen Rumpfregion als sie der Fig. I. entspricht. Von den sechs mit Contouren angelegten Urwirbeln sind nur zwei nebst dem anliegenden Stücke der Chorda in der Zeichnung ausgeführt. Vergl. Text S. 198.

„ 3. Frontalabschnitt durch zwei Urwirbel etwas über der Chorda. Durch Vergleich mit Fig. 1 und 2 ohne Buchstabenbezeichnung verständlich.

„ 6. Längsschnitt durch die hinteren Urwirbel eines Hühnerembryo vom Anfang des dritten Tages. Der Schnitt ist rechts mehr frontal, links rein sagittal.

*ms.* Mesoblastzellen, welche nicht von den Urwirbeln stammen.

*Dr.* Darmrinne.

*h.* Hypoblast.

*Ao.* Aorta.

Die Ziffern beziehen sich auf die Urwirbel. Vergl. Text S. 201.

## Tafel II.

Fig. 4. Sagittalschnitt durch drei Urwirbel aus derselben Rumpfregion wie Fig. 2. Muskelplatten von Innen gesehen.

*Vc. Vena cardinalis posterior.* Vergl. Text S. 199.

„ 5. Querschnitt aus derselben Region wie Fig. 1. *Vc. Vena cardinalis. Ao.* Aorta. *Ung.* Urnierengang daneben die Urniere. *C.* Coelom. Der untere Theil der Aorta, die Urnierengänge nebst Urniere, sowie das Medullarrohr *M.* sind in der Zeichnung nicht ausgeführt.

# Der Blutdruck in der *Arteria pulmonalis* bei Kaninchen und seine respiratorischen Schwankungen

von

**Prof. Dr. Philipp Knoll.**

(Mit 2 Tafeln.)

Zur Bestimmung der Höhe und der Schwankungen des Blutdruckes in der *Arteria pulmonalis* waren bisher zwei Methoden gebräuchlich: die Verbindung eines Zweiges der Arterie mit einem Manometer bei eröffnetem Brustkasten und künstlicher Ventilation des Versuchsthieres (Beutner unter C. Ludwig's Leitung) und die Verbindung des rechten Ventrikels mit einem Manometer mittels eines durch die Vena jugularis externa dextra in das Ostium venosum dextrum geschobenen Rohres (Chauveau und Faivre).[1]

Die Mängel, welche der ersteren Methode anhaften, bei welcher eine Verlagerung des Herzens stattfindet, der Einfluss des elastischen Zuges der Lungen auf den Kreislauf entfällt, wogegen der Einfluss der künstlichen Ventilation auf denselben sich geltend machen muss, und die Verhältnisse im kleinen Kreislaufe in Folge der theilweisen oder gänzlichen Ausschaltung des einen Zweiges der *Arteria pulmonalis* abnorme sind, hat Beutner[2] im Wesentlichen schon scharf hervorgehoben.

---

[1] Die von Chauveau und Faivre an Pferden geübte Methode, einen Troicart durch einen Zwischenrippenraum in die *Arteria pulmonalis* zu stossen und mit dem Manometer zu verbinden, hat begreiflicherweise ebenso wenig weitere Verwerthung gefunden, wie das von Hering an einem Thiere mit Ectopia cordis angewendete Durchstossen des rechten Ventrikels mit einem Troicart.

[2] Zeitschr. f. rationelle Medicin. Neue Folge, II. Jahrg. 1851, S. 103.

Die Untersuchungen von Lichtheim[1] haben allerdings ergeben, dass bei Verwendung dieser Methode, bei welcher ein Rippenfellsack unverletzt erhalten werden kann, das Einreissen des letzteren (bei künstlicher Ventilation!) keinen Einfluss auf den Druck in der *Arteria pulmonalis* hat (a. a. O. S. 29). Allein hieraus kann ebenso wenig auf die Bedeutungslosigkeit des elastischen Zuges der Lungen für die Druckverhältnisse im kleinen Kreislauf geschlossen werden, wie aus dem Umstande, dass Lichtheim nachwies, dass die Ausschaltung eines Hauptzweiges der Lungenschlagader den Druck in dieser nur wenig verändert (a. a. O. S. 63), etwa erschlossen werden dürfte, dass dieser Eingriff bei Versuchen, die auf die Variation des Lungenkreislaufes abzielen, bedeutungslos ist.

Ob das „Procédé operatoire nouveau" von L. Frédericq[2] geeignet ist, diese Mängel wenigstens zum Theile zu beseitigen, vermag ich trotz mancher Bedenken nicht sicher zu beurtheilen, da über dasselbe nur eine ganz kurze Mittheilung vorliegt, welche keine zuverlässige Kritik des Verfahrens gestattet. Dasselbe beruht darauf, dass an die von Beutner angegebenen Eingriffe ein „lebhaftes Aufblasen der Lungen, Aneinanderfügen der Thoraxlamellen und Schluss der Hautwunde mittels Sperrpinzetten" sich anreiht. Das Manometerrohr wird durch die geschlossene Brustwunde nach aussen geleitet. Der negative Druck im Thorax und die spontane Athmung des Thieres sollen dabei so werden, wie vor dem ganzen Eingriff.

Noch weniger zuverlässig für die Feststellung der normalen Blutdruckverhältnisse in der *Arteria pulmonalis* aber erscheint mir die zweite der oben angeführten Methoden, bei der, abgesehen von den möglichen Wirkungen der mechanischen Herzreizung durch die hiebei erzeugte Stenose des rechten venösen Ostiums, abnorme Druckverhältnisse im rechten Herzen herbeigeführt werden, und aus diesen in einer keineswegs einwandfreien Weise auf den Druck in der Lungenschlagader geschlossen wird.

---

[1] Die Störungen des Lungenkreislaufes und ihr Einfluss auf den Blutdruck. Berlin 1876.

[2] Archive de biologie. Bd. VI, p. 111.

Unter diesen Umständen erschien es mir wünschenswerth, die Druckverhältnisse in der *Arteria pulmonalis* mit Hilfe einer Methode, welche von den angegebenen Mängeln so weit als möglich frei ist, einer neuerlichen Untersuchung zu unterziehen. Der Weg hiezu war durch die zu anderen Zwecken an Kaninchen vielfach von mir geübte Freilegung des Stammes der *Arteria pulmonalis* mit Erhaltung der Rippenfellsäcke gegeben. Wenn unter diesen Versuchsbedingungen eine seitenständige Canüle in den Stamm der *Arteria pulmonalis* eingefügt wurde, so konnte der Druck in derselben ohne Einschränkung ihres Stromgebietes und ohne Verlagerung des Herzens am spontan athmenden Thiere untersucht werden.

Nach manchen, in Folge der grossen Zerreisslichkeit und Schlaffheit der Wand der *Arteria pulmonalis* gescheiterten Versuchen, eine seitenständige Canüle in dieselbe einzufügen, führte endlich folgendes Verfahren (an Kaninchen) zum Ziele. Nach Blosslegung der Brustmusculatur wird das Sternum im Bereiche der ersten 2—3 Rippen gespalten, die beiden Lamellen desselben werden darauf durch mit Gewichten beschwerte Haken auseinandergezerrt und die beiden Lappen der hiedurch blossgelegten Thymusdrüse mittels Pincetten vorsichtig gesondert und nach den beiden Seiten hin verschoben. Dann wird das in seinem kopfwärts gelegenen Abschnitte hiedurch freigelegte Pericard so weit gespalten, als nothwendig ist, um die *Arteria pulmonalis* bis zu ihrem Ursprunge blosszulegen. Hierauf wird mittels einer kleinen Klammer, deren federnde Branchen halbkreisförmige beim Schluss der Klammer zum Ringe sich zusammenfügende Ansätze besitzen, eine mittels einer stumpfen Pincette erhobene Falte der ventralen Wand der Arterie (zwischen dem Bogen und Ursprung derselben) gepackt, und durch Verrückung eines ringförmigen Schiebers die Klammer geschlossen. Sowohl die Klammer selbst, als die Leitstange des Schiebers sind mit Griffansätzen versehen, die behufs Aufnahme der Canüle ringförmig durchlöchert sind. Die Leitstange des Schiebers gleitet in einem Ausschnitte des Griffansatzes der Klammer. Die Canüle, absatzförmig sich verjüngend, ist an der engeren Mündung schnabelförmig geformt, zugeschärft, mit einem Seitenrohre zur Verbindung mit dem Manometer versehen und mit einem Troicart armirt. Vor dem Einführen in die

Arterie wird die Canüle vom Manometer aus unter Bestimmung der Abscisse mit kohlensaurem Natron gefüllt, dann, bei Abschluss des Manometers, durch die ringförmigen Öffnungen an den Griffansätzen zur ringförmigen Klammer vorgeschoben und die in dieser eingeschlossene Falte der *Arteria pulmonalis* mittels Troicart und Canülenschnabel durchstossen, der Troicart herausgezogen, ein am Hauptrohre der Canüle angebrachter kurzer Kautschukschlauch mittelst einer kleinen Klemmpincette verschlossen und dann der Hahn, der das Manometer abschliesst, geöffnet. Das Manometerrohr muss derart unterstützt werden, dass es weder Druck noch Zerrung an der Pulmonalis ausübt.

Das ganze Verfahren ist allerdings ein ziemlich heikles und durch eine geringe Unvorsichtigkeit des Experimentators oder Unruhe des Versuchsthieres kann leicht ein Einreissen der Rippenfellsäcke oder der Lungenschlagader herbeigeführt werden. Schwache Chloralisirung des Versuchsthieres oder in den Fällen wo es der spontanen Respiration nicht bedarf, Curarisirung desselben sind darum ganz angezeigt. Übrigens gelingt es in der Regel auch beim unvergifteten Thiere den Versuch durchzuführen, nur empfiehlt es sich in diesem Falle, vor der Application der Klammer an der Lungenschlagader eine die künstliche Ventilation überdauernde Apnoe (Vagusapnoe) zu erzeugen, und den Eingriff bei Aussetzen der Ventilation vorzunehmen.

Die von der Klammer gefasste Falte der Lungenschlagader darf selbstverständlich nicht so gross sein, dass letztere zur Erzeugung eines wesentlichen Kreislaufshindernisses eingeschränkt wird. Man geht in dieser Richtung am sichersten, wenn man während des Eingriffes den Blutdruck in der Carotis verzeichnet, der keine bleibende Veränderung erfahren darf, wenn der Versuch als gelungen gelten soll. Recht störend wirkt im Verlaufe des Versuches nicht selten die Bildung von Gerinnseln in der Canüle, die, wie schon Beutner hervorgehoben hat, gerade bei manometrischen Versuchen an der Lungenschlagader so häufig auftritt. Sitzt das Gerinnsel aber nicht im Seitenrohre, welch' letzteres nur ausnahmsweise der Fall ist, so thut das Hin- und Herführen des Troicart oder eines feinen Federbartes im Hauptrohre oft die besten Dienste. Sehr störend ist es ferner, wenn Lamellen der durchstossenen Arterienwand die Öffnung der

Canüle theilweise verlegen. Hiegegen schützt ein fleissiges Schärfen des Troicart und des Canülenschnabels und ein kräftigeres Einstossen desselben in die Gefässwand am besten. Sehr zu beachten ist es ferner, dass die Lungenschlagader genau in situ bleibt; es tritt sonst rapides Sinken des Druckes in der Carotis und Steigen in der Pulmonalis und unter Umständen selbst der Tod des Versuchsthieres unter den Zeichen der Hirnanämie auf. Um Enttäuschungen zu verhüten, sei daher nochmals betont, dass das ganze Verfahren ein heikles ist, und selbst bei der nöthigen Übung noch mancher misslungene Versuch mit in den Kauf genommen werden muss.

Da unter den angegebenen Versuchsbedingungen der Mittelfellraum eröffnet wird, so lastet auf den in denselben herrschenden Gebilden Atmosphärendruck, was für die Kreislaufsverhältnisse nicht ganz bedeutungslos sein kann. Eine wesentliche Störung wird hiedurch aber wohl nicht bedingt, denn es ändert sich bei Eröffnung des Brustkorbes und Spaltung des Pericard in der angegebenen Weise in der Carotis weder am Mitteldrucke etwas, noch an den respiratorischen Druckschwankungen und ihren Beziehungen zu den Phasen der Athmung. Es bleiben ja auch die Gefässe des Lungenkreislaufes, einschliesslich der grossen Zweige an der Lungenwurzel, und die von Pleura überzogene Vena cava ascendens unter dem Einflusse des elastischen Zuges der Lungen.

Eröffnet man bei einem apnoischen, in der angebenen Weise vorbereiteten Kaninchen während des Aussetzens der künstlichen Ventilation bei collabirtem Zustande der Lungen gleichzeitig beide Pleurasäcke, so tritt mit der beträchtlichen jähen Drucksteigerung in einem mit der Trachea communicirenden geschlossenen Luftraum gewöhnlich auch eine jähe Drucksteigerung in der *Arteria pulmonalis*[1] und der Carotis auf (Taf. I, Fig. 1, 2). Die Steigerung in ersterer tritt ganz gleichzeitig mit der Drucksteigerung im geschlossenen Luftraume und etwas vor jener in

[1] L. Frédericq gibt in einer vorläufigen Mittheilung, die mir nicht im Originale zugänglich war, an, dass bei Verwendung seines Verfahrens der Druck in der Pulmonalis durch Öffnung und Schliessung des Thorax kaum beeinflusst wird. Jahresberichte für Anatomie und Physiol. 1886, II. Abth. S. 48.

der Carotis ein. Sie betrug in meinen Versuchen 1—4 Mm., jene in der Carotis 6—30 Mm., und beide waren in der Regel, wenn auch in geringerem Masse anhaltend, was die Annahme ausschliesst, dass die Drucksteigerung in der Pulmonalis und Carotis nur auf einem einfachen Ausgepresstwerden der unter dem Einflusse des Atmosphärendruckes sich stark verkleinernden Lungen beruht.

## I. Der mittlere Blutdruck in der *Arteria pulmonalis* bei Kaninchen.

In der am Schlusse dieser Abtheilung folgenden Tabelle über 61, zum Theile zu anderen als den in dieser Abhandlung zu besprechenden Beobachtungszwecken angestellte Versuche, ist in der ersten Reihe der zu Beginn des Versuches in der *Arteria pulmonalis* gemessene, in der zweiten der gleichzeitig in der Carotis bestimmte Druck im Mm. Hg., in der dritten das Verhältniss beider Druckhöhen zu einander angegeben, während in der vierten die ausser den nöthigen Voroperationen vor der Druckbestimmung gemachten Eingriffe angeführt sind. In der letzteren Reihe bedeutet „Schw. Chl." schwache Chloralisirung, (0.15—0.25 intravenös), „K. V." anhaltende künstliche Ventilation. Morphium wurde in den einzelnen Fällen 0·02—0·04 intravenös injicirt.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass bei meinen unter wesentlich anderen Bedingungen angestellten Versuchen der Druck in der *Arteria pulmonalis* bei Kaninchen wie bei den Versuchen Beutner's an demselben Thiere und Lichtheim's an Hunden innerhalb sehr weiter Grenzen schwankend gefunden wurde. Das Mittel aus den betreffenden Werthen, 12·2 Mm. Hg, stimmt eigenthümlicherweise mit der von Beutner bei einer verhältnissmässig kleinen Zahl von Versuchen (8) an Kaninchen gefundenen Mittelzahl, 12·07 Mm. Hg., überein, was um so auffallender ist, als das Mittel aus den in der Carotis gefundenen Druckwerthen und damit auch die Verhältnisszahl desselben zu dem für die Pulmonalis gefundenen Mittel in meinen Versuchen: (1 : 6, 8) viel grösser ist als in jenen Beutner's (1 : 4, 2). Letzterer Umstand, sowie der Vergleich der in der dritten Reihe meiner Tabelle angeführten Zahlen untereinander liefern weitere Belege für die von Lichtheim (a. a. O. S. 30) hervorgehobene

relative Unabhängigkeit des Druckes im kleinen von jenem im grossen Kreislaufsgebiete.

Wie aus der ersten Reihe der Tabelle ersichtlich ist, lag der Druck in der Lungenschlagader in der weitaus grösseren Zahl meiner Versuche (42 Fälle) zwischen 10 und 14 Mm Hg. Für die acht Fälle mit tieferen Druckwerthen ist irgend eine Bedingung für den Tiefstand nicht ersichtlich. Bei den 11 Fällen mit höherem Drucke handelte es sich mit einer Ausnahme durchaus um schwach chloralisirte Thiere. Man wird danach die Frage nach dem Einflusse des Chlorals auf die Druckverhältnisse im kleinen Kreislaufsgebiete nicht ausser Acht lassen dürfen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14 | — | — | Schw. Chl. Beide Vagi durchschnitten. |
| 18 | — | — | Schw. Chl. K. V. |
| 16 | — | — | Schw. Chl. Oblongata gespalten. |
| 18 | — | — | Schw. Chl. Oblongata gespalten. |
| 16 | 108 | 1 : 6·7 | Schw. Chl. |
| 13 | — | — | Schw. Chl. |
| 16 | — | — | Schw. Chl. |
| 14 | 60 | 1 : 4·3 | Schw. Chl. Curare. K. V. |
| 12 | 58 | 1 : 4·8 | Schw. Chl. |
| 11 | 78 | 1 : 7·1 | Schw. Chl. |
| 12 | 38 | 1 : 32 | Starke Chl. |
| 8 | 48 | 1 : 6 | Starke Chl. |
| 13 | 72 | 1 : 5·5 | Schw. Chl. |
| 12 | 48 | 1 : 4 | Starke Chl. |
| 14 | 52 | 1 : 3·7 | Schw. Chl. |
| 14 | 52 | 1 : 3·7 | Schw. Chl. K. V. |
| 16 | 78 | 1 : 4·9 | Schw. Chl. |
| 18 | 110 | 1 : 6·1 | Schw. Chl. |
| 10 | 90 | 1 : 9 | |
| 10 | 132 | 1 : 13·2 | |
| 12 | 108 | 1 : 9 | |
| 10 | 82 | 1 : 8·2 | |
| 14 | 72 | 1 : 5·1 | K. V. |
| 10 | 98 | 1 : 9·8 | Ein Vagus durchschnitten. |
| 10 | 58 | 1 : 5·8 | |
| 14 | 120 | 1 : 8·6 | |
| 12 | 104 | 1 : 8·7 | |
| 12 | 60 | 1 : 5 | Curare. K. T. |
| 12 | 84 | 1 : 7 | |
| 12 | 116 | 1 : 9·7 | |
| 12 | 56 | 1 : 4·7 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | 64 | 1:8 | Morphium. Ein Vagus durchschnitten. |
| 14 | 62 | 1:4·4 | Morphium. Beide Vagi durchschnitten. |
| 11 | 54 | 1:4·9 | Schw. Chl. |
| 12 | 80 | 1:6·7 | Schw. Chl. |
| 8 | 90 | 1:11·2 | |
| 12 | 100 | 1:8·3 | |
| 8 | 90 | 1:11·2 | |
| 10 | 134 | 1:13·4 | |
| 6 | 60 | 1:10 | Beide Vagi durchschnitten. |
| 11 | 95 | 1:8·6 | |
| 10 | 92 | 1:9·2 | |
| 16 | 82 | 1:5·1 | Schw. Chl. |
| 12 | 100 | 1:8·3 | |
| 18 | 100 | 1:5·6 | Schw. Chl. |
| 12 | 94 | 1:7·8 | |
| 12 | 60 | 1:5 | Schw. Chl. |
| 10 | 86 | 1:8·6 | |
| 10 | 86 | 1:8·6 | |
| 15 | 78 | 1:5·2 | Morphium |
| 8 | 92 | 1:11·5 | Morphium |
| 10 | 96 | 1:9·6 | |
| 8 | 104 | 1:13 | Morphium. |
| 8 | 92 | 1:11·5 | Morphium. |
| 12 | 79 | 1:6·6 | Morphium. |
| 13 | 106 | 1:8·1 | Morphium. |
| 14 | 80 | 1:5·7 | Schw. Chl. |
| 12 | 58 | 1:4·8 | Schw. Chl. |
| 16 | 69 | 1:4·3 | Schw. Chl. |
| 10 | 68 | 1:6·8 | |
| 14 | 124 | 1:8·9 | |

## II. Die respiratorischen Druckschwankungen in der *Arteria pulmonalis*.

Wenn man bei Vagusapnoe, also bei einer an Kaninchen mit erhaltenen Vagis durch künstliche Lüftung erzeugten, das Aussetzen der letzteren überdauernden Athemruhe Luft aus den Lungen aussaugt, so sinkt der Druck in der Lungenschlagader und in der Carotis ab. Verschliesst man unmittelbar nach dem Aussaugen die Trachea, so bleibt der Druck in der Pulmonalis auf dem erreichten Tiefstand, während er in der Carotis allmälig wieder ansteigt, zumeist aber selbst bei längerer Dauer

des Trachealverschlusses seine frühere Höhe nicht erreicht. Wird der Trachealverschluss beseitigt, so steigt der Druck in der Pulmonalis wieder auf seinen früheren, jener in der Carotis aber in der Regel auf einen wesentlich höheren, als den Stand vor dem Aussaugen an, auf welch' letzteren er dann jedoch bald wieder absinkt (Taf. I, Fig. 5, 9).

Bläst man unter gleichen Verhältnissen die Lungen auf, so steigt der Druck in der *Arteria pulmonalis* an, während er in der Carotis sinkt. Während des Trachealverschlusses bleibt der Druck in der Pulmonalis hoch, in der Carotis tief, fällt bei Beseitigung dieses Verschlusses in ersterem Gefässe rasch wieder auf den ursprünglichen Stand ab und steigt in letzterem Gefässe auf einen in der Regel weit darüber liegenden Stand an, worauf mehr oder weniger rascher Abfall zur Norm erfolgt (Taf. I, Fig. 3, 4, 8).

Neben diesen wesentlichen Erscheinungen beim Aufblasen der Lungen finden sich noch mancherlei, je nach der Art des Aufblasens wechselnde Nebenerscheinungen. Bei sehr jäh, stossweise erfolgender Aufblasung finden sich an den Curven beider Arterien gewöhnlich stossartige Erhebungen des Druckes verzeichnet, die den während der Dauer der Aufblasung zu beobachtenden Erscheinungen vorhergehen. Während letzterer sind die Pulswellen in einer je nach der Stärke der Aufblasung wechselnden Weise auf beiden Curven abgeschwächt, auch sind bei länger währender Aufblasung an beiden Curven oft mehr oder weniger erhebliche Schwankungen des Blutdruckes zu sehen.

Beide Eingriffe, Saugen und Blasen, bedingen beim curarisirten und beim athmenden Thiere gleiche, in letzterem Falle nur durch die Interferenz der während des Trachealverschlusses auftretenden Athembewegungen etwas modificirte Erscheinungen (Taf. I, Fig. 6, 10). Sie lehren, dass das Sinken des Druckes in den Lungenalveolen die Kreislaufswiderstände in der Lungenarterie herabsetzt, das Steigen sie erhöht.

Das Sinken des Druckes in der Carotis beim Aufblasen dürfte zum Theile auf die Erhöhung der Widerstände für den Abfluss des Blutes vom rechten zum linken Herzen, zum anderen Theile aber wie die Abschwächung der Pulswellen auf der Druckcurve der Pulmonalis lehrt, auf die durch die Aufblasung bedingte Belastung des Herzens und der grossen Venenstämme

zu beziehen sein. Sie fällt denn auch bei mässiger Aufblasung bei weit geöffnetem Thorax geringfügiger aus, als bei theilweisem oder gar vollständigem Verschlusse desselben. An dem Zustandekommen der nach Beendigung der Aufblasung in den Arterien des grossen Kreislaufes eintretenden Steigerung des Druckes über die Norm dürfte der vermehrte Zufluss von Blut zum Herzen von den während der Aufblasung stark angefüllten Venen des grossen Kreislaufes einer-, und eine durch anämische Vasoconstrictorenreizung bedingte Enge der Arterien des grossen Kreislaufes andererseits betheiligt sein.

Die beim Saugen während des Verschlusses der Trachea zu beobachtende Erniedrigung wie das beim Öffnen der Luftröhre auftretende vorübergehende Steigen des Druckes in der Carotis auf einen abnorm hohen Stand, betrachte ich als Folge der unter dem Einflusse des stark negativen Druckes entstehenden Überfüllung des kleinen Kreislaufes mit Blut, die sich beim Öffnen der Trachea rasch ausgleicht.

Bei Saugen und Blasen bei geschlossenem Thorax sind an der Carotis im Wesentlichen dieselben Druckveränderungen zu beobachten, wie bei Thieren mit in der angegebenen Weise eröffnetem Brustkorb, nur erfolgt in ersterem Falle noch während des Trachealverschlusses nach dem Aussaugen unter deutlicher Vergrösserung der Pulswellen ein Ansteigen der Druckcurve über den früheren Stand, eine Erscheinung, die wohl aus der starken Volumverkleinerung der Lungen bei diesem Eingriff zu erklären ist, die bei geschlossenem Thorax wesentlich durch ein Anschwellen des Herzens und der grossen Gefässe compensirt werden dürfte, das seinerseits zu einer Erhöhung der mit jeder Systole geförderten Blutmenge und zu einer Vergrösserung der Pulswellen führen muss.

Lässt man ein in der angegebenen Weise vorbereitetes Kaninchen durch eine Canüle mit einseitig wirkendem Ventil bei wechselnder Ventilstellung athmen, so beobachtet man neben der Vergrösserung der respiratorischen Druckschwankungen ein deutliches Absinken des Mitteldruckes in der Pulmonalis während der inspiratorischen, und eine Erhöhung desselben während der exspiratorischen Dyspnoe (Taf. I, Fig. 12, 19, 20). In der Carotis sind währenddem gleichsinnige Druckveränderungen wie in der

Lungenschlagader zu beobachten, doch folgt hier öfter während der Versuchsdauer der primären Senkung des Mitteldruckes eine Steigerung und umgekehrt.

Ein- oder doppelseitige Reizung des Phrenicus mit dem Inductionsstrome bei Vagusapnoe oder auch bei spontaner Athmung hat in der Carotis und meist auch in der *Arteria pulmonalis* ein Sinken des Druckes zur Folge (Taf. I, Fig. 13). Während aber in der Carotis der Druck während der Reizdauer auf einem tieferen als dem ursprünglichen Stand verharrt, sah ich in der Pulmonalis bei der Mehrzahl der Fälle, insbesondere bei Verwendung stärkerer Ströme der zuweilen nur angedeuteten primären Senkung des Druckes eine, manchmal ziemlich erhebliche Steigerung des Druckes folgen (Taf. II, Fig. 12). Da letztere durch Phrenicusreizung auch bei zerrissenen Pleurasäcken und weit geöffnetem Thorax zu erzielen ist, muss dieselbe wohl auf eine Auspressung von Blut aus den Unterleibsvenen durch das sich contrahirende Zwerchfell bezogen werden, wie eine solche auch durch mässigen Druck auf den Unterleib herbeigeführt werden kann, was Openchowski[1] bereits angegeben hat.

Auch bei in- und exspiratorischer Dyspnoe und bei Phrenicusreizung sind die Erscheinungen an der Carotiscurve bei geschlossenem Thorax im Wesentlichen dieselben wie nach Eröffnung des Mittelfellraumes in der angegebenen Weise. Im Zusammenhange mit den früher angeführten analogen Beobachtungen hinsichtlich der durch spontane Respiration und durch Blasen und Saugen bedingten Druckschwankungen scheint sich mir hieraus zu ergeben, dass die Eröffnung des Mittelfellraumes an sich den Einfluss der Athembewegungen auf die Kreislaufsverhältnisse nicht wesentlich verändert.

Aus allen den angeführten Beobachtungen aber ist zu ersehen, dass sowohl im ausgedehnten als im collabirten Zustande der Lungen das Sinken des Luftdruckes in denselben eine Erniedrigung, Steigen des Luftdruckes in den Lungen dagegen eine Erhöhung des Blutdruckes im kleinen Kreislaufe zur Folge hat.

---

[1] Über die Druckverhältnisse im kleinen Kreislaufe. Pflüger's Archiv. Bd. 27, S. 246.

Dem entsprechend schmiegt sich denn auch der Druck in der *Arteria pulmonalis* bei spontaner Athmung den interpulmonalen Luftdruckschwankungen im Allgemeinen genau an (Taf. I, Fig. 14—16, 21; Taf. II, Fig. 1, 3, 4, 7, 11, 13—15).

Eine Ausnahme hievon beobachtete ich nur in einigen Fällen nach doppelseitiger Vagussection, in denen gegen Ende der krampfhaft tiefen und gedehnten Inspiration ein leichtes Ansteigen des Druckes in der *Arteria pulmonalis* zu constatiren war (Taf. II, Fig. 2, 6), das ungezwungen aus dem vom Zwerchfell auf die Unterleibsvenen ausgeübten Druck zu erklären ist. Da in einigen dieser Fälle die Exspiration mit einer kräftigen Flankenmuskelcontraction einsetzte, die ja ganz gleiche Wirkungen auf die Unterleibsvenen haben muss, so folgte der primären jähen exspiratorischen Drucksteigerung im Verlauf der Exspiration eine leichte Drucksenkung. Der Ablauf der respiratorischen Druckschwankungen in der *Arteria pulmonalis* des Kaninchens war also in diesen Fällen analog dem von Einbrodt an Hunden für die respiratorischen Druckschwankungen in den Arterien des grossen Kreislaufes bei seltener Athmung ermittelten (Taf. II, Fig. 2, 6).

Die Interferenz kräftiger Flankenathmung übte übrigens bei meinen Beobachtungen auf den Verlauf der exspiratorischen Druckschwankung in der *Arteria pulmonalis* öfter eine erhebliche Einwirkung aus. Trat sie zu Beginn der Ausathmung ein, so stellte sich, wie in den vorher erwähnten Fällen, im Verlaufe der letzteren ein Sinken ein (Taf. II, Fig. 2, 5, 6, 9, 14; Taf. I, Fig. 21), während ihr Auftreten am Ende der Exspiration, welches bei vagotomirten Thieren zuweilen zu beobachten ist, ein Ansteigen am Ende der exspiratorischen Blutdruckschwankung zur Folge hatte (Taf. II, Fig. 10, 5 bei *a*), Erscheinungen, die ebenso wie die starken, stossweise erfolgenden Drucksteigerungen in der *Arteria pulmonalis* bei künstlich hervorgerufenem Niesen und Husten der Versuchsthiere (Taf. II, Fig. 8 bei *a*) sowie bei krampfhaftem Zusammenzucken der Versuchsthiere oder anderweitiger heftiger Innervation der Skeletmusculatur keiner weiteren Besprechung bedürfen.

Hervorgehoben muss werden, dass die respiratorischen Druckschwankungen in der *Arteria pulmonalis* bei spontaner

Athmung denen in der Carotis stets etwas vorauseilen (Taf. I, Fig. 15, 16; Taf. II, Fig. 2, 3, 5—7, 9, 11, 15). Bei der gewöhnlichen Frequenz der Athmung beträgt dieses Vorauseilen nicht selten eine ganze Athmungsphase, so dass der Druck während der ganzen Inspiration in der *Arteria pulmonalis* sinkt, in der Carotis aber steigt, und umgekehrt bei der Exspiration. Bei langsamem Ablauf der einzelnen Athmungsphasen aber beträgt die Verschiebung der beiderseitigen respiratorischen Druckschwankungen zu einander nur einen mehr oder weniger grossen Bruchtheil einer Athmungsphase.

Auf die Eigenthümlichkeit, dass die durch die Athembewegungen bedingten Druckschwankungen in den Arterien des grossen Kreislaufes deutlich „verzögert", d. h. später als die zugehörigen Athemdruckschwankungen eintreten, hat schon de Jager[1] hingewiesen und als einen wesentlichen Umstand dabei angeführt, „dass erst einige Herzschläge eingetreten sein müssen, bevor die durch die Veränderungen in der Lungencirculation veranlassten Veränderungen in der Zufuhr nach dem linken Herzen in die Aorta eingeführt sind" (a. a. O. S. 178). Dass dies in der That der Fall ist, tritt recht schön hervor, wenn bei gleichzeitiger Verzeichnung des Blutdruckes in der Carotis und der *Arteria pulmonalis* am künstlich ventilirten Thiere wellenförmige Blutdruckschwankungen durch Interferenz der durch die Blasungen und durch den Herzschlag bedingten Oscillationen des Blutdruckes auftreten, wobei die Coïncidenz der einzelnen Blasung mit dem aufsteigenden Theile der einzelnen Pulswelle eine Verstärkung dieser, die Coïncidenz der Aussaugung aber eine Abschwächung derselben bedingt, und der Blutdruck im Ganzen unter Zunahme und Abnahme der Pulswellen steigt und sinkt. Zunahme und Abnahme der Pulswellen treten nun in der Carotis immer etwas später als in der Pulmonalis auf und damit sind natürlich auch Fusspunkt und Gipfel der „Wellen durch Interferenz" in beiden Gefässsystemen gegeneinander verschoben (Taf. I, Fig. 11, 17, 18, 22).

Dass die beschriebenen respiratorischen Druckschwankungen in der Lungenschlagader, trotzdem sie an Thieren mit eröffnetem

[1] Die Respirationsschwankungen im arteriellen Blutdruck beim Kaninchen. Pflüger's Archiv. Bd. 39, S. 171 ff.

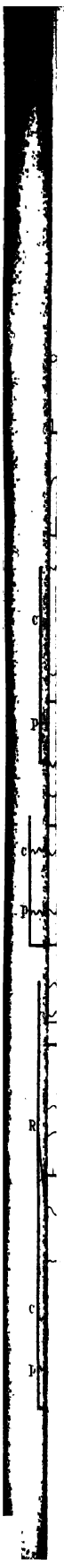
Mittelfellraume beobachtet wurden, den unter natürlichen Verhältnissen sich vollziehenden gleichen, erschliesse ich in erster Reihe aus dem schon mehrfach erwähnten Umstande, dass die analogen Druckschwankungen in der Carotis durch Eröffnung des Mittelfellraumes keine Veränderung erleiden. Es bleiben ja übrigens dabei, wie ich eingangs schon hervorhob, die für die respiratorischen Blutdruckschwankungen wichtigsten Factoren, die Gefässe des kleinen Kreislaufes und die Vena cava inferior unter der Einwirkung des intrapleuralen Druckes.

Die respiratorischen Druckschwankungen der Carotis erwiesen sich, wie dies schon vor längerer Zeit de Jager angenommen hat, als vollständig abhängig von jenen in der *Arteria pulmonalis*. Die jähen Knickungen an den respiratorischen Wellen im grossen Kreislaufe aber, welche de Jager aus der Aufeinanderfolge der Einwirkungen erklärt, welche die Änderung in der Weite der Lungengefässe („Capacitätscurve") einerseits, und jene der in ihnen herrschenden Stromgeschwindigkeit („Stromgeschwindigkeitscurve") andererseits ausüben müsse,[1] habe ich auch bei seltener Athmung am Kaninchen nicht bemerkt.

Die Nutzanwendung der geschilderten Beobachtungen auf die Lehre von den Einwirkungen des Valsalva'schen und Müller'schen Versuches und der anderweitigen modificirten Athembewegungen, der Stenosen der oberen Luftwege und des Asthma bronchiale auf den Kreislauf, sowie die Gesichtspunkte für die Athmungsdiätetik bei Lungenblutungen ergeben sich aus den angeführten Beobachtungen von selbst.

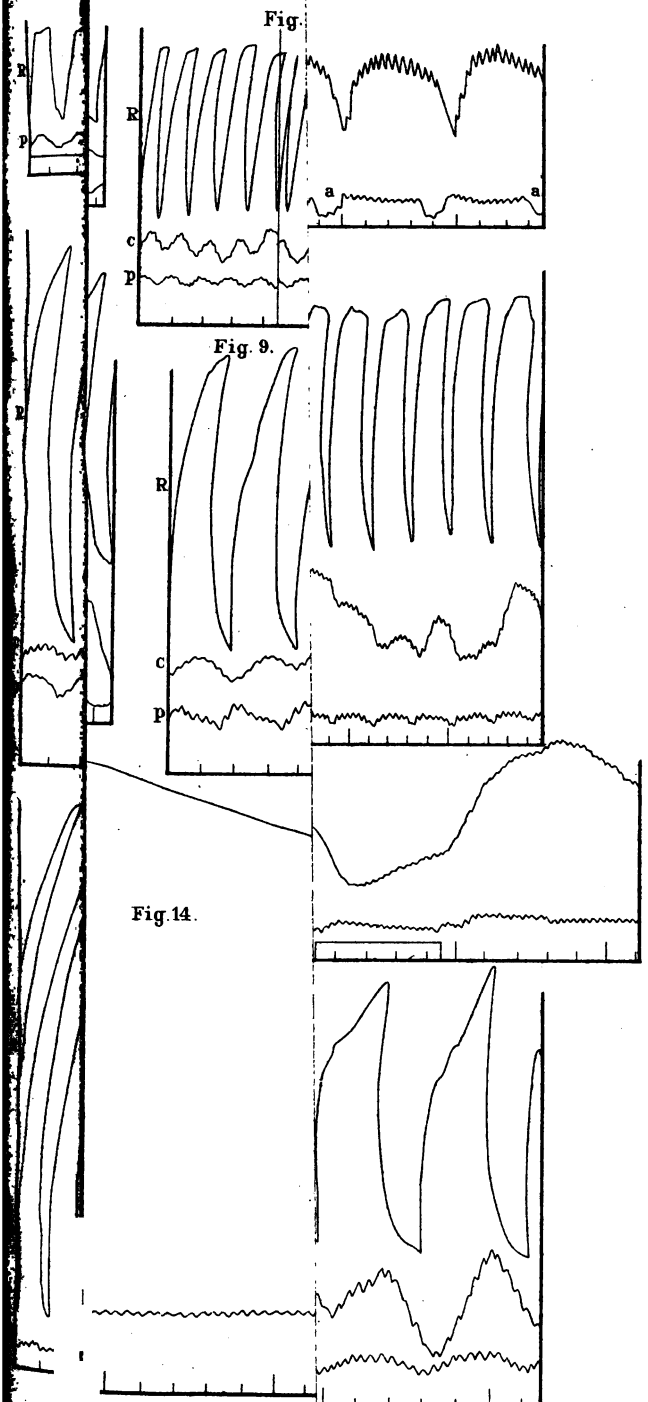
---

[1] Die Lungencirculation und der arterielle Blutdruck. Pflüger's Archiv. Bd. 27, S. 183.


C
P
C
P
R
C
P

Ph. I

Taf. II.




eten
der
eide

den,
nen

um-
rch-
lute
ohne

V+
mit
dem

bei

nter-

noe.

inspi-



Lith. A. v. J. Barth in Wien.

# Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren rühren von Kaninchen her. Die mit *R* bezeichneten Curven geben die Athmung, die mit *c* bezeichneten den Blutdruck in der Carotis, und die mit *p* bezeichneten den in der *Arteria pulmonalis*, beide mittels des Quecksilbermanometers verzeichnet, wieder.

Die niederen senkrechten Striche auf der Abscisse markiren Secunden, die höheren, durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen Striche Eintritt, eventuell Dauer eines Eingriffes.

Sämmtliche Curven sind von links nach rechts zu lesen. Der Raumersparniss wegen wurden die von der Carotis gewonnenen Curven durchwegs der Abscisse um 15—25 Mm. genähert gezeichnet. Da die absolute Höhe des Blutdruckes bei den Beobachtungen, um die es sich handelt, ohne wesentliche Bedeutung ist, wurde die Angabe desselben unterlassen.

Die im Verlaufe der Erklärung gebrauchten Bezeichnungen $V_0$ und $V+$ bedeuten Aussetzen und Wiederaufnahme der künstlichen Lüftung. *J* mit einer Zahl bedeutet Reizung mit dem Inductionsstrome bei 1 Daniell und dem durch die Ziffer bezeichneten Rollenabstand.

## Tafel I.

Fig. 1. Bei *a*, $V_0$; bei *b* gleichzeitiges Eröffnen beider Pleurasäcke; bei *c* $V+$.

„ 2. Bedeutung von *a* und *b* wie auf der vorhergehenden Figur.

„ 3. Von *a* bis *b* Aufblasen der Lungen bei Vagusapnoe.

„ 4. Bei *a*, $V_0$, bei *b* Aufblasen der Lungen.

„ 5. Bei den Reizmarken Aussaugen der Lungen bei Vagusapnoe.

„ 6. Von *a* bis *b* dasselbe beim athmenden Thiere.

„ 7. Durch äusserst frequente Athmung bedingte „Wellen durch Interferenz".

„ 8. Bei *a* Aufblasen der Lungen, bei *b* $V+$.

„ 9. Von *a* bis *b* und *c* bis *d* Aussaugen der Lungen bei Vagusapnoe.

„ 10. Von *a* bis *b* Aufblasen der Lungen beim athmenden Thiere.

„ 11. „Wellen durch Interferenz"; bei der Marke $V_0$.

„ 12. Bei *a* bis *b* und *c* bis *d* exspiratorische, bei *f* bis *g* und *h* bis *i* inspiratorische Dyspnoe.

„ 13. Bei den Reizmarken centrifugale Phreniscusreizung *J* 25.

Fig. 14. Athmung bei Reizung des Vagus durch seinen eigenen Strom.
„ 15. Durchschneidung beider Halsvagi.
„ 16. Spontane Veränderung der Athmung.
„ 17 und 18. V+. „Wellen durch Interferenz".
„ 19. Von *a* bis *b* inspiratorische Dyspnoe.
„ 20. Von *a* bis *b* exspiratorische Dyspnoe.
„ 21. Reizung der Nasenschleimhaut durch Chloroform.
„ 22. V+. „Wellen durch Interferenz".

## Tafel II.

Fig. 1. Reizung eines centralen Halsvagusstumpfes; bei *a* *J* 25, bei *b* *J* 20.
„ 2. Athmung bei durchschnittenen Vagis nach länger dauernder Anämisirung des Rückenmarkes.
„ 3. Athmung bei erhaltenen Vagis.
„ 4. Reizung eines centralen Halsvagusstumpfes, *J* 20.
„ 5 und 6. Beide Halsvagi durchschnitten.
„ 7. Durchschneidung beider Halsvagi.
„ 8. Reizung eines centralen Halsvagusstumpfes *J* 15. Bei *a* Hustenstoss.
„ 9 und 10. Beide Halsvagi durchschnitten.
„ 11. Vagi erhalten.
„ 12. Centrifugale Phreniscusreizung, *J* 20.
„ 13. Reizung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom.
„ 14. Reizung der Nasenschleimhaut durch Chloroform.
„ 15. Durchschneidung beider Halsvagi.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**XCVII. Band. VIII. Heft.**

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

# XX. SITZUNG VOM 11. OCTOBER 1888.

Der Vicepräsident der Akademie, Herr Hofrath Dr. J. Stefan, führt den Vorsitz und begrüsst die Mitglieder der Classe bei Wiederaufnahme der akademischen Sitzungen, insbesondere die neueingetretenen wirklichen Mitglieder Prof. Dr. Friedrich Brauer und Prof. Dr. Carl Toldt.

Hierauf gedenkt der Vorsitzende des am 24. August d. J. erfolgten Ablebens des ausländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, Dr. Rudolf Clausius, Geheimen Regierungsrathes und Professors der Physik an der Universität zu Bonn.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Der Secretär legt die im Laufe der Ferien erschienenen akademischen Publicationen vor, und zwar:

Den 38. Jahrgang des Almanach der kaiserlichen Akademie für das Jahr 1888;

das 1. bis 5. Heft (Jänner-Mai 1888) der I. Abtheilung und das 1. bis 6. Heft (Jänner bis Juni 1888) der III. Abtheilung der Sitzungsberichte dieser Classe;

das Register zu den Bänden 91 bis 96 der Sitzungsberichte und

die Monatshefte für Chemie VI, VII und VIII (Juni, Juli und August 1888).

Ferner legt der Secretär folgende Dankschreiben vor:

Von den Herren Professoren F. Brauer und C. Toldt für ihre Wahl zu wirklichen Mitgliedern;

von den Herren Regierungsrath Prof. A. Bauer, Oberstlieutenant A. v. Obermayer und Custos Th. Fuchs für ihre Wahl zu inländischen correspondirenden Mitgliedern und

von Herrn Director Dr. H. Wild in St. Petersburg für seine Wahl zum ausländischen correspondirenden Mitgliede dieser Classe.

Die Direction des Institutul Meteorologic in Bukarest und die Direction des k. k. Staatsgymnasiums in Triest danken für die diesen Anstalten bewilligten akademischen Schriften.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt die 38. Lieferung (19 Blätter) der neuen Specialkarte der österr-ungar. Monarchie (1 : 75000).

Die Organisationscommission des VI. internationalen Congresses für Hygiene und Demographie zu Wien übermittelt ein vollständiges Exemplar der Congressberichte.

Herr Prof. Dr. A. Fritsch in Prag übermittelt die Pflichtexemplare Bd. II, Heft 3, seines mit Unterstützung der kais. Akademie der Wissenschaften herausgegebenen illustrirten Werkes: „Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens."

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des durch scharfe Schüsse erregten Schalles."

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Einige Sätze über bestimmte Integrale."

Herr Prof. Dr. Anton Grünwald in Prag übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Spectralanalyse des Kadmiums."

Herr Prof. P. C. Puschl, Stiftscapitular in Seitenstetten, übersendet eine Abhandlung: „Über die specifische Wärme und die inneren Kräfte des Wassers".

Herr Prof. Dr. G. Haberlandt übersendet eine im botanischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Graz ausgeführte Arbeit: „Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der extranuptialen Nectarien von *Dioscorea*", von Herrn Carl Erich Correns aus München.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über künstliche Erzeugung von gefüllten Blüthen und andere Bildungsabweichungen", von Herrn Prof. Dr. J. Peyritsch in Innsbruck.
2. „Aus den Gesetzen der übertragenden Rotationsbewegung (Knotenpunkte und Knotenlinien)", von Herrn Ernst Babinsky in Herzogenburg.

Ferner legt der Secretär behufs Wahrung der Priorität vor:

1. Ein versiegeltes Schreiben von Herrn James Worms, derzeit in Paris, mit der Aufschrift: „Über Luftschiffahrt und Beschreibung eines neuen Systems für lenkbare Luftschiffe."
2. Ein versiegeltes Schreiben von Herrn Dr. F. Schulze-Berge in Mc. Clellan (New Jersey U. S.), mit der Aufschrift: „Llewellyn."
3. Eine offene Mittheilung von einem Anonymus unter dem Titel: „Über die Kräfte beim Fluge." (Mit 1 Tafel.)

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium unter der Leitung des Herrn Dr. Goldschmiedt ausgeführte Arbeit: „Über das Additionsproduct von Papaverin mit Phenacylbromid", von Dr. Erhard v. Seutter.

Herr Dr. Carl Diener, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Geologische Studien im südwestlichen Graubünden".

Herr J. Liznar, Adjunct der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die 26tägige Periode des Nordlichtes".

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Annals of the Royal Botanic Garden Calcutta. Vol. I. The species of Fiscus of the Indo-Malayan and Chinese Countries. Part II. Syncecia, Sycidium, Covellia, Eusyce and Neo-

morphe (with Plates 87—225). By George King. Calcutta, 1888; Folio.

Arbeiten des VI. Internationalen Congresses für Hygiene und Demographie zu Wien 1887. Heft 1—37, Ergänzungsheft zu 1—18, 20, 21, 22 und 33. Wien 1887 und 1880; 8°.

Schroeder, Eduard August, Fischerei-Wirthschaftslehre der natürlichen Binnengewässer. Dresden, 1889; 8°.

Toula, Franz, Die Steinkohlen, ihre Eigenschaften, Vorkommen, Entstehung und nationalökonomische Bedeutung. Wien, 1888; 8°.

Voyage of. H. M. S. Challenger 1873—1876. Report on the scientific results. Zoology, Vol. XXIII; Vol. XXIV (with a Volume of Plates); Vol. XXV. London, 1888; 4°.

# XXI. SITZUNG VOM 18. OCTOBER 1888.

Der Secretär legt erschienene Sitzungsberichte, und zwar das V. Heft (Mai 1888) der Abtheilung II. a. und das VI. Heft (Juni 1888) der Abtheilung II. b. vor.

Der Secretär legt einen Brief des Dr. A. Rodler, welcher die von Dr. J. E. Polak mit Unterstützung der kais. Akademie ausgerüstete geologische Expedition in das Bachtyaren-Gebirge im westlichen Persien führt, vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. A. Winckler macht im Anschluss an seine Abhandlung: „Über ein Kriterium des Grössten und Kleinsten in der Variationsrechnung" eine Vorlage, welche verschiedene Anwendungen jenes Kriteriums zum Gegenstand hat.

Das w. M. Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer überreicht eine Abhandlung des Herrn K. A. Weithofer, derzeit in Florenz, unter dem Titel: „Die fossilen Hyänen des Arnothales in Toskana."

Herr Dr. J. Holetschek, Adjunct der k. k. Sternwarte zu Wien, überreicht den dritten Theil seiner „Bahnbestimmung des Planeten (118) Peitho."

Herr Dr. J. M. Pernter, Adjunct der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Scintillometerbeobachtungen auf dem Hohen Sonnblick (3095 *m*) im Februar 1888."

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Tiefenbacher, L. E., Die Ermittelung der Durchflussprofile, mit besonderer Berücksichtigung der Gebirgs- und Wildbäche. (Mit 1 Tafel.) II. Aufl., Wien, 1888; 8°.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft zu Berlin im Jahre 1887. VI. Jahrg. Redigirt von E. Rosochatius. Berlin 1888; 8°.

Vogel, E., The Atomic Weights and their Variation. San Francisco, 1888; 8°.

## XXII. SITZUNG VOM 25. OCTOBER 1888.

Herr J. Zakrzewski, Assistent für Physik an der k. k. Universität zu Krakau, übersendet ein Manuscript aus dem literarischen Nachlasse des verstorbenen c. M. Prof. S. v. Wroblewski, welches den Titel führt: „Die Zusammendrückbarkeit des Wasserstoffes".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Über die Einwirkung von Jodmethyl und Kali auf Phloroglucin", von Otto Margulies.
2. „Einwirkung von schwefliger Säure auf Tiglinaldehyd", von Felix Hugo Hayman.

Das w. M. Herr Prof. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung von den Herren Julius Elster und Hans Geitel in Wolfenbüttel: „Über die Elektricitätserregung beim Contact verdünnter Gase mit galvanisch glühenden Drähten". (Eine Experimentaluntersuchung, ausgeführt auf Kosten des Elizabeth Thompson Science Fund, Boston, U. S. A.)

Herr Dr. Gottlieb Adler, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über die Veränderung elektrischer Kraftwirkungen durch eine leitende Ebene".

Herr Dr. P. M. Kronfeld in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über die biologischen Verhältnisse der *Aconitum*-Blüthe".

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCVII. Band. IX. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## XXIII. SITZUNG VOM 8. NOVEMBER 1888.

Herr Prof. A. Cornu in Paris dankt für seine Wahl zum ausländischen correspondirenden Mitgliede dieser Classe.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Const. Freiherr v. Ettingshausen in Graz übersendet eine von ihm und Herrn Prof. Franz Krasan verfasste Abhandlung: „Beiträge zur Erforschung der atavistischen Formen an lebenden Pflanzen." (II. Folge.)

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr überreicht eine Abhandlung von Herrn Jan de Vries in Kampen (Holland): „Über die einem Vierseite harmonisch eingeschriebene Configuration $18_3$."

Das w. M. Herr Director E. Weiss bespricht die Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Herrn Barnard am Lick Observatory in den Morgenstunden des 31. October gelungen ist.

Herr Dr. Otto Stapf, Privatdocent und Assistent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Arten der Gattung Ephedra."

Herr Dr. Gustav Kohn, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über die Berührungskegelschnitte und Doppeltangenten der allgemeinen Curve vierter Ordnung."

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Bruce A. V., Observations on the Embryology of Insects and Arachnids. Baltimore 1887; 4°.

Denison University, Bulletin of the Scientific Laboratories Vol. I. 1885, Vol. II. 1887 und Vol. III. 1888. Granville (Ohio, U. S.); 8°.

Peschka G. A, V., Freie Perspective (Centrale Projection) in ihrer Begründung und Anwendung mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse höherer Lehranstalten und das Selbststudium. Bd. I. (Mit 13 lithographischen Tafeln.) Leipzig, 1888; 8°.

Royal Society of London, The Eruption of Krakatoa and subsequent Phenomena. Report of the Krakatoa Committee. (With 43 Plates.) London, 1888; 4°.

Swiécanowski J., Essai sur l'échelle musicale comme loi de l'harmonie dans l'univers et dans l'art. (Avec 7 Planches.) Varsovie, 1888; 4°. — La loi d'harmonie dans l'art grec et son application à l'architecture moderne. (Avec 8 Planches.) Paris, 1888; Folio.

## XXIV. SITZUNG VOM 16. NOVEMBER 1888.

Der Fishery Board for Scotland in Edinburgh dankt für die Betheilung der dortigen Bibliothek mit akademischen Schriften.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. Note zur Abhandlung: „Über die Focalcurven des Quetelet," von Prof. Carl Pelz in Graz.
2. „Uber die Bestimmung des Flächeninhaltes eines Kreises" (mit Constructionszeichnungen), von Herrn Franz Slaupsky in Wien.

Herr Dr. M. Margules in Wien überreicht folgende zwei Abhandlungen:

1. „Über die specifische Wärme comprimirter Kohlensäure".

2. „Über die Mischungswärme comprimirter Gase."

## XXV. SITZUNG VOM 22. NOVEMBER 1888.

Der Secretär legt die erschienenen Sitzungsberichte und zwar das Heft VI—VII (Juni-Juli 1888) der Abtheilung II. a. und das Heft VII (Juli 1888) der Abtheilung II. b. vor.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über windschiefe Determinanten höheren Ranges."

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. A. Bauer in Wien übersendet eine in seinem Laboratorium durchgeführte Arbeit: „Über einige Derivate der Resorcindisulfosäure", von Ferdinand Ulzer.

Herr Gustav Jäger in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über die Stabilität der Atmosphäre."

**Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:**

Mahler, E., Chronologische Vergleichungstabellen nebst Anleitung zu den Grundzügen der Chronologie. II. Heft. Die Zeit- und Festrechnung der Juden. Wien, 1889; 4°.

Voyage of H. M. S. Challenger 1873—1876. Report on the scientific results. Zoology, Vol. XXVI and Vol. XXVII. London, 1888; 4°.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCVII. Band. X. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

# XXVI. SITZUNG VOM 6. DECEMBER 1888.

Das w. M. Herr Director E. Weiss übersendet eine Abhandlung von Herrn A. Palisa, Adjunct am k. k. astronom.-meteorologischen Observatorium in Triest: „Bestimmung der Bahn des Planeten (211) Isolda".

Das c. M. Herr Prof. G. v. Escherich in Wien übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Zur Theorie der zweiten Variation."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig in Wien übersendet zwei Arbeiten aus dem Laboratorium des Prof. Nencki in Bern:

1. „Leichte Darstellung der Leukobase des Malachitgrüns," von Prof. M. Nencki;

2. „Über die chemische Zusammensetzung der Bacillen des *Erythema nodosum*", von V. Bovet.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über Knochentransplantation." (Mit dazugehörigen Präparaten), von Prof. Dr. A. Adamkiewicz an der k. k. Universität in Krakau.

2. „Über die Steiner'schen Mittelpunktscurven" (I. Mittheilung), von Dr. Karl Bobek, Docent an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

Ferner legt der Secretär zwei versiegelte Schreiben behufs Wahrung der Priorität vor, und zwar:

Das erste von Herrn Franz Müller in Siegenfeld (Nied.-Österr.), welches die Aufschrift führt: „Hilfsmittel zur Verbreitung nützlicher Kenntnisse";

das zweite von Herrn Albert Brock in Wien, welches angeblich die Darlegung seiner Erfindung eines „Selbstbewegers“ enthält.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht zwei in seinem Laboratorium von Herrn Fritz Fuchs ausgeführte Arbeiten:

I. „Eine allgemeine Methode zur quantitativen Bestimmung der Basicität von Säuren.“

II. „Das Verhalten der Phenole und Oxysäuren gegen die Hydrosulfide der Alkalien.“

Herr Prof. v. Barth überreicht ferner eine kurze Notiz von Herrn Dr. Max Hönig aus dem Laboratorium für allgem. u. analyt. Chemie an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag: „Über eine verbesserte Darstellungsweise des Terephtalaldehyds“ und eine Abhandlung von Herrn Dr. Carl Garzarolli Edl. v. Thurnlackh, Privatdocent an der k. k. deutschen Universität in Prag: „Beiträge zur Kenntniss des Strychnins.“ (I. Mittheilung)

Das w. M. Herr Prof. V. v. Lang übergibt eine Mittheilung über die magnetische Induction in einem hohlen Ellipsoide.

Herr Dr. A. Heimerl in Wien überreicht folgende zwei Abhandlungen:

1. „Neue Arten von Nyctaginaceen.“

2. „Beiträge zur Anatomie der Nyctaginaceen-Früchte.“

Herr Philipp Broch in Wien überreicht eine Abhandlung: „Bahnbestimmung des Kometen 1867 III“.

Herr Dr. J. M. Pernter in Wien überreicht eine Abhandlung „Messungen der Ausstrahlung auf dem Hohen Sonnblick im Februar 1888“.

## XXVII. SITZUNG VOM 13. DECEMBER 1888.

Der Secretär verliest ein Schreiben des Herrn Prof. Dr. C. B. Brühl, Vorstandes des zootomischen Institutes der k. k. Universität in Wien, betreffend den Inhalt und die Ausführung der gleichzeitig für die akademische Bibliothek übermittelten Fortsetzung seines illustrirten Werkes: „Zootomie aller Thierclassen".

Der k. k. Hauptmann im $^{3}/_{31}$. Infanterie-Bataillon zu Foča (Bosnien), Herr Nikolai Cena, berichtet der kaiserlichen Akademie über die Aufdeckung dreier steinerner Sarkophage mit Leichenresten und übermittelt einige hierauf bezügliche Fundobjecte.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach übersendet eine Arbeit aus dem physikalischen Institute der k. k. deutschen Universität zu Prag von Dr. O. Tumlirz und A. Krug, betitelt: „Die Energie der Wärmestrahlung bei der Weissgluth."

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. C. Freiherr v. Ettingshausen in Graz übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Prof. Dr. Franz Standfest, betitelt: „Ein Beitrag zur Phylogenie der Gattung *Liquidambar*."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine Arbeit aus dem Laboratorium des Prof. Nencki in Bern: „Bacteriologisch-chemische Untersuchungen der Tuberkelbaccillen", von Dr. Albert Hammerschlag.

Herr Prof. Dr. E. Freiherr v. Sommaruga in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über Cowles's Verfahren zur Reduction schwer reducirbarer Oxyde."

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung von Dr. Karl Bobek in Prag: „Über Dreischaarcurven“ vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Claus überreicht eine Mittheilung: „Ergebnisse neuer Untersuchungen über den Organismus der Nebalien und die systematische Stellung des Leptostraken.“

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr überreicht eine Abhandlung vom Herrn Regierungsrath Prof. Dr. F. Mertens an der k. k. technischen Hochschule in Graz, unter dem Titel: „Ein Beweis des Fundamentalsatzes der Algebra.“

Herr Prof. Dr. A. Adamkiewicz in Krakau übersendet eine Mittheilung: „Über Knochentransplantation“.

## Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Brühl, C. B., Zootomie aller Thierclassen. Lief. 40: *Mollusca Gasteropoda.* Mit 4 Tafeln in Farbendruck. Wien 1888. Folio. — Schnecken-Anatomie. (Zu Lieferung 39 und 40 des Werkes: Zootomie aller Thierclassen.) I. Heft. Mit 5 Tafeln in Farbendruck und 54 vom Verfasser nach der Natur in Stein radirten Figuren und sehr ausführlichem Texte. Wien, 1888; Folio.

Internationale Erdmessung, Verhandlungen der 1887 in Nizza abgehaltenen Conferenz der permanenten Commission der Internationalen Erdmessung, nebst einem Supplement-Heft. Berlin, 1888: 4°.

Königl. preuss. Geodätisches Institut, Gradmessungs-nivellement zwischen Anclam und Cuxhaven. Berlin, 1888; 4°.

## XXVIII. SITZUNG VOM 20. DECEMBER 1888.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, welchen die kaiserliche Akademie durch das am 17. December d. J. erfolgte Ableben ihres Ehrenmitgliedes, Sr. Excellenz des Herrn Ministers a. D. Leopold Leo Grafen von Thun und Hohenstein, erlitten hat.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileide über diesen Verlust durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Die University of California in Berkeley dankt für die Betheilung ihrer Bibliothek mit den akademischen Schriften.

Das w. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Arbeit des Herrn G. Jaumann: „Die Glimmentladungen in Luft von normalem Druck".

Ferner übersendet Herr Regierungsrath Mach eine Arbeit aus dem physikalischen Institut der k. k. deutschen Universität in Prag: „Berechnung des mechanischen Lichtäquivalents aus den Versuchen des Herrn Julius Thomsen", von dem Privatdocenten Dr. O. Tumlirz.

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine Abhandlung von Dr. Sigmund Stransky in Brünn: „Über Zahlenrelation der Atomgewichte."

Herr Dr. Alfred Rodler, Assistent am geologischen Museum der k. k. Universität in Wien, überreicht den „Bericht über eine mit Unterstützung der Boué-Stiftung ausgeführte geologische Reise im westlichen Persien."

2 gal
165